



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**EFICÁCIA DOS SISTEMAS DE IMPRESSÃO DIGITAL VS  
IMPRESSÕES CONVENCIONAIS NA MEDICINA DENTÁRIA**

Trabalho submetido por  
**Rodrigo Maria Murteira Pedrosa**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**junho de 2016**





**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**EFICÁCIA DOS SISTEMAS DE IMPRESSÃO DIGITAL VS  
IMPRESSÕES CONVENCIONAIS NA MEDICINA DENTÁRIA**

Trabalho submetido por

**Rodrigo Maria Murteira Pedrosa**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

**Professor Doutor João Dias**

**junho de 2016**



Dedico este trabalho ao meu Pai e à minha Mãe, por todo o apoio, carinho incondicional, e dedicação, não só ao longo destes 6 anos de curso, mas desde sempre.

Obrigado por tudo, Miguel e Rusa.



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Doutor João Dias, por todo o apoio, profissionalismo, disponibilidade, e contributo dirigido durante a elaboração do meu trabalho de final de curso, o meu sincero agradecimento pela sua orientação.

A todos os professores que contribuíram para a minha aprendizagem e educação ao longo do meu percurso académico.

Um agradecimento muito especial à minha família, principalmente aos meus pais e irmãos, pelo apoio sempre incondicional.

À minha tia Titi, pela ajuda prestada na composição desta monografia.

Aos meus amigos, por toda a amizade, por todos os momentos que passamos juntos e partilhamos durante estes 6 anos.





## Resumo

O avanço tecnológico verificado nas últimas décadas, aliado à procura de resultados mais estéticos e funcionais por parte dos pacientes e médicos dentistas, permitiu o desenvolvimento de novos equipamentos e tecnologias que têm vindo a alterar a nossa conduta e a elevar os tratamentos a outro nível.

Neste contexto, a aplicação das técnicas de desenho de uma estrutura protética num computador e a sua confecção por uma máquina de fresagem (CAD/CAM) no campo da prostodontia, possibilitaram o desenvolvimento do conceito das impressões digitais intraorais por volta dos anos 80.

O objetivo principal da introdução desta tecnologia era a otimização do procedimento de confecção de estruturas protéticas. Para além de oferecer um processo mais simples, existem diversos estudos que evidenciam tratar-se de um procedimento mais confortável, que reduz o tempo de consulta e de laboratório, e que permite obter restaurações protéticas de elevada qualidade, com resultados de precisão melhores ou iguais que as estruturas confeccionadas através das impressões convencionais. Espera-se que conduzam a medicina dentária a uma nova “era”; a “era da digitalização”.

Mas, será que estes aparelhos substituirão as técnicas de impressão convencionais utilizadas amplamente na medicina dentária até aos dias de hoje?

O propósito desta monografia é abordar as duas técnicas de impressão, digital e convencional, fazer um enquadramento das novas tecnologias que têm surgido no mercado e compará-las às técnicas mais tradicionais, tendo em conta fatores como: a técnica/procedimento, a preferência e o conforto para os pacientes e operador, o tempo de consulta e custos de produção, e o ajuste marginal e internos de restaurações protéticas fabricadas pelos dois procedimentos. Por fim, concluir se há evidência científica que permita afirmar a existência de vantagens de uma em relação à outra.

Palavras-chave: CAD/CAM; impressão digital intraoral; impressão convencional; *scanners* digitais intraorais.



## **Abstract**

The technological advances observed in the past decades, combined with the demand for improved results from an aesthetic and functional perspective by the patients and dentists, allowed the development of new equipment's and technologies, which have been changing our behavior and raising the treatments to a new level.

In this context, the implementation of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technologies in the field of prosthodontics, enabled the progress of the concept of intraoral digital impressions around the 80's.

The main purpose of introducing this technology was to optimize fixed the manufacturing process of prosthetic structures. Besides offering a simpler process, there are several studies showing that is a more comfortable procedure, which reduces the time of chair and lab, and it's capable to produce high quality prosthetic restorations with better or equal accuracy results than those produced using conventional impressions. Therefore, this procedure is expected to lead to a new dentistry "era"; the "digital era".

But will these devices replace the conventional impression techniques widely used in dentistry up to today?

The purpose of this paper is discuss these two techniques, digital and conventional, make a framework of the new technologies that have emerged in the market and compare them to traditional techniques, focusing the analysis on some factors, such as: the procedure, patient's and operator's preferences and comfort, the working time and production costs, and results of marginal and internal fit of prosthetic restorations made from both techniques. As a conclusion, the final objective is to understand whether there is scientific evidence for inferring that there is an advantageous method.

Key-words: CAD/CAM; intraoral digital impression; conventional impression; intraoral digital scanners



## Índice Geral

I - Introdução .....	17
II - Desenvolvimento .....	21
1. Revisão sobre as impressões convencionais .....	21
1.1. Breve história dos materiais de impressão .....	22
1.2. O material de impressão ideal .....	23
1.3. Escolha do material de impressão .....	23
1.4. Tipos de materiais de impressão .....	23
1.4.1. Os hidrocolóides irreversíveis.....	24
1.4.1.1. Alginato .....	24
1.4.2. Os elastómeros .....	24
1.4.2.1. Silicone de Condensação .....	25
1.4.2.2. Polissulfeto.....	25
1.4.2.3. Poliéter .....	26
1.4.2.4. Silicone de adição .....	26
1.5. Técnicas de impressão .....	29
1.5.1. Técnicas com materiais elastoméricos .....	29
1.5.2. Impressão com alginato .....	30
1.6. Sequência da técnica de impressão convencional.....	30
2. A tecnologia CAD/CAM .....	33
2.1. Breve história dos sistemas CAD/CAM.....	33
2.2. Componentes da tecnologia CAD/CAM.....	34
2.3. Tipologia dos sistemas CAD/CAM.....	35
2.4. O procedimento de um sistema CAD/CAM .....	37
3. Sistemas de impressão digital .....	41
3.1. O <i>scanner</i> digital .....	41
3.2. A digitalização.....	42
3.3. Tipos de <i>scanners</i> .....	43
3.4. Fluxo de trabalho digital .....	45
3.5. Técnica de digitalização.....	45

3.6. Aplicabilidades .....	48
4. Revisão dos principais <i>scanners</i> intraorais .....	51
4.1. CEREC® .....	52
4.2. Lava C.O.S® .....	53
4.3. iTero® .....	54
4.4. E4D® .....	56
4.5. TRIOS™ .....	57
5. Comparação entre os sistemas de impressão digital e impressões convencionais .....	59
5.1. Técnica/procedimento .....	59
5.2. Conforto e preferência.....	60
5.3. Tempo de consulta e custos de produção .....	61
5.4. Coroas fabricadas por <i>scanners</i> intraorais vs. impressões convencionais .....	62
5.1. Preço e curva de aprendizagem.....	64
III - Conclusão .....	65
IV – Bibliografia.....	69

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1-</b> Resumo das principais características dos materiais convencionais ...	28
<b>Tabela 2.</b> Exemplo de diferentes sistemas CAD/CAM existentes no mercado.	37
<b>Tabela 3.</b> Materiais restauradores comuns para utilização com Sistemas CAD/CAM. ....	38
<b>Tabela 4 –</b> Indicações dos principais sistemas de impressão digital. ....	48
<b>Tabela 5 -</b> Características dos principais sistemas de impressão digital. ....	51
<b>Tabela 6.</b> Síntese das vantagens e desvantagens dos sistemas de impressão digital. ....	64





## **Lista de Siglas**

**CAD-** *Computer aided design* (Desenho auxiliado por computador)

**CAM-** *Computer aided manufacturing* (Fabrico assistido por computador)

**PVS-** Polivinilsiloxano

**3D-** Três dimensões

**CEREC-** *Ceramic economical restorations esthetic ceramics*

**Lava C.O.S-** *Lava Chairside oral scanner*

**AWS-** *Active wavefront sampling*

**TCO-** Tomografia de coerência ótica

**STL-** Estereolitografia



## **I - Introdução**

Esta Monografia tem por objetivo rever a eficácia dos sistemas de impressão digital comparativamente às impressões convencionais utilizadas na medicina dentária.

A cópia dos tecidos duros e moles da cavidade oral é um procedimento frequente no exercício clínico diário, designado comumente por impressão (“The glossary of prosthodontic terms,” 2005; Yuzbasioglu, Kurt, Turunc, e Bilir, 2014).

Tradicionalmente, as impressões são obtidas diretamente da boca do paciente mediante materiais de impressão, e a partir de estas, conseguem-se os modelos, duplicados dos tecidos dentários, que devem ser idênticos às estruturas originais. A toma de impressão é um dos procedimentos mais importantes na prostodontia, e a sua qualidade influencia diretamente a qualidade final das restaurações protéticas (Chen, Liang, e Chen, 2004; Faria, Rodrigues, Macedo, Mattos, e Ribeiro, 2008; Perakis, Belser, e Magne, 2004).

O avanço tecnológico observado nas últimas décadas permitiu o desenvolvimento de novas tecnologias que estão a revolucionar a maneira como a medicina dentária é praticada, e o modo como as clínicas e laboratórios fabricam restaurações (Beuer, Schweiger, e Edelhoff, 2008; Mantri e Bhasin, 2012).

Este avanço requer um acompanhamento e uma atualização frequente por parte dos clínicos devido à sua constante evolução (Beuer et al., 2008).

No âmbito das impressões, foram desenvolvidos inúmeros sistemas de impressão digital que conseguem obter réplicas precisas e até mais exatas dos tecidos da cavidade oral.

Se há uns anos se desenvolviam novos materiais de impressão, mais resistentes, com melhores propriedades e mais eficazes, que proporcionaram progressos notáveis na área da reabilitação oral, agora vivemos um novo período marcado pela introdução desta tecnologia, os sistemas de impressão digital.

Mesmo com as melhorias das propriedades dos materiais, a toma de impressão continua a ser considerado um processo desconfortável para o paciente e demorado para o clínico (Lamprinos e Stampf, 2014).

A preocupação por parte dos médicos dentistas e dos pacientes por resultados mais estéticos e funcionais levou a que se procurassem meios mais eficazes para chegar a esse fim.

Com a introdução dos sistemas CAD/CAM, em meados dos anos 80, e o desenvolvimento dos sistemas de impressão digital ou *scanners* digitais nos últimos 20 anos, existem alternativas às impressões convencionais. Estas permitem a otimização do procedimento de confecção próteses parciais fixas, a obtenção de estruturas protéticas precisas e um tratamento mais confortável e fácil de aceitar para os pacientes (Correia, Fernandes, Cardoso, e Silva, 2006; Lamprinos e Stampf, 2014; Mantri e Bhasin, 2012; Wismeijer, Mans, van Genuchten, e Reijers, 2014; Yang, Lv, Liu, Si, e Feng, 2015; Yuzbasioglu et al., 2014).

O sucesso dos tratamentos protéticos pelos métodos tradicionais depende de vários fatores relacionados com as impressões convencionais, incluindo os tipos de materiais utilizados, as suas propriedades (estabilidade dimensional, detalhe da impressão), as técnicas utilizadas, a correta manipulação dos materiais e dos tecidos, os modelos correspondentes onde se podem fabricar restaurações protéticas, entre outros (Chen et al., 2004; Dogan, Schwedhelm, Heindl, Mancl, e Raigrodski, 2015; Faria et al., 2008; Hamalian, Nasr, e Chidiac, 2011). Neste aspeto dever-se-á ter em consideração, que o procedimento convencional está dependente de várias etapas, todas elas, sujeitas ao erro humano (Hamalian et al., 2011; Yuzbasioglu et al., 2014).

As impressões digitais eliminam essas etapas tradicionais que podem conduzir a erros e imprecisões, mais, requerem menos passos clínicos e laboratoriais, economizam tempo e reduzem os custos provenientes dos materiais de impressão.

Vários autores referem vantagens na utilização dos *scanners* digitais, e estudos publicados recentemente demonstram que as impressões digitais têm uma precisão idêntica ou mesmo melhor comparada às impressões convencionais (Almeida e Silva et al., 2014; Lamprinos e Stampf, 2014; Mantri e Bhasin, 2012; Miyazaki, Hotta, Kunii, Kuriyama, e Tamaki, 2009; Ng, Ruse, e Wyatt, 2014; Pinto de Carvalho, 2013; Syrek et al., 2010; Ting-shu e Jian, 2014; Zarauz, Valverde, Ferreiroa, Martí, e Cam, 2015).

Como se trata de uma tecnologia relativamente recente, não sendo ainda utilizada universalmente, devido ao seu elevado custo, ou pelo facto de as técnicas convencionais oferecem resultados satisfatórios, e a sua eficácia estar largamente comprovada pela evidência científica. Existe, ainda, uma grande lacuna no conhecimento desta tecnologia, por parte da generalidade dos médicos dentistas (Beuer et al., 2008).

Como a indústria CAD/CAM continua a evoluir, e são introduzidos regularmente novos *scanners*, novos *softwares* e novas unidades de fresagem. Hoje mais do que nunca, é imperativo percebermos o que é que esta tecnologia tem para nos oferecer.

Por ser um entusiasta das novas tecnologias e tendências, optamos por uma temática atual, que me desafiasse e ao mesmo tempo me motivasse, como também me permitisse contribuir para o progresso e o futuro da nossa profissão.

As tecnologias digitais têm um grande impacto na nossa área, e poderão ditar o futuro da medicina dentária, visto representarem uma alternativa às técnicas convencionais. Mas, para a concretização dessa evolução técnica, terá de haver um acompanhamento e atualização por parte dos clínicos e técnicos de prótese, e mais estudos e investigações que comprovem a sua autenticidade. Sendo assim, a eficácia das impressões digitais comparada às técnicas convencionais é uma questão essencial que necessita de ser considerada e estudada.

Nesta revisão bibliográfica, serão comparadas, as duas técnicas existentes atualmente para a toma de impressões na medicina dentária, que, de forma sintética, se podem dividir em dois grupos, as impressões convencionais e as impressões digitais.



## II - Desenvolvimento

### 1. Revisão sobre as impressões convencionais

Uma impressão dá-nos uma reprodução negativa das estruturas orais. Através da aplicação de gesso obtém-se uma reprodução positiva, o modelo de gesso (Powers e Wataha, 2000; Yuzbasioglu et al., 2014).

O médico dentista e o técnico de prótese projetam e confeccionam próteses removíveis e fixas através do modelo de gesso ou de um troquel (modelo individualizado da preparação dentária). Por essa razão, as impressões devem copiar as estruturas orais com rigor de modo a obter-se um modelo ótimo, pois a precisão das restaurações finais depende da qualidade dos mesmos (Anusavice, Shen, e Rawls, 2012; Chen et al., 2004; Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011; Powers e Wataha, 2000).

O sucesso de uma impressão depende de fatores intrínsecos como, os tipos de materiais de impressão utilizados, as suas propriedades (estabilidade dimensional, detalhe e rigor) e materiais compatíveis para o fabrico dos modelos de trabalho (gessos); e de fatores extrínsecos como, a correta manipulação dos materiais de impressão, técnicas de impressão corretas, o respeito pelo tempo de presa do material, as competências do operador (médico dentista, assistente dentária), a habilidade a vaziar as impressões, entre outros (Dogan et al., 2015; Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011; Thongthammachat et al., 2002; Yuzbasioglu et al., 2014).

Na medicina dentária encontram-se disponíveis vários materiais de impressão elásticos, como os hidrocolóides irreversíveis, que incluem o alginato, e os materiais elastoméricos, como os silicones de condensação, polissulfetos, poliéteres e os silicones de adição.

Os tratamentos reabilitadores caracterizam-se por uma sequência de passos clínicos e laboratoriais bem estruturados, começando, habitualmente, pela toma de impressão. Estas etapas apresentam a desvantagem de estarem sujeitas ao erro humano (Faria et al., 2008; Perakis et al., 2004; Yuzbasioglu et al., 2014).

É de extrema importância para a qualidade do trabalho final, haver uma percentagem mínima de erro em cada passo clínico e laboratorial, de modo a reduzir o efeito cumulativo de todo o procedimento. Podem ser reduzidos recorrendo-se a um sistema CAD/CAM (Hamalian et al., 2011; Yuzbasioglu et al., 2014).

As impressões digitais são cada vez mais utilizadas devido à sua eficiência, precisão, e por possibilitarem um procedimento mais simples, confortável e menos demorado (Dogan et al., 2015; Lee e Gallucci, 2012; Yuzbasioglu et al., 2014). No entanto, até que as técnicas digitais se tornem um processo comum e acessível a todos, o uso de impressões convencionais continua a ser o “*gold standard*” para os médicos dentistas (Dogan et al., 2015; Hamalian et al., 2011).

De seguida, serão abordados os principais materiais de impressão existentes na atualidade, as suas características, as técnicas de impressão e as etapas do procedimento convencional.

### **1.1. Breve história dos materiais de impressão**

Ao longo da história, têm sido utilizados vários materiais de impressão para registar as estruturas orais, e desde então tem havido uma tremenda fase de desenvolvimento (Surapaneni, Pallavi Samatha, Ravi Shankar, e Attili, 2013).

Os hidrocolóides irreversíveis foram introduzidos na medicina dentária em 1930, tornando-se um dos grupos de materiais de impressão mais utilizados pelos médicos dentistas (Hamalian et al., 2011; Sharma, Agarwal, Sharma, Kumar, e Glodha, 2014).

Em 1950, os polissulfetos e em 1955, os silicones de condensação, foram os primeiros materiais elastoméricos a serem inseridos na indústria (Faria et al., 2008). A sua utilização representou um grande avanço para os materiais de impressão, mesmo com algumas desvantagens, como a sua alta contração de polimerização (Hamalian et al., 2011; Sharma et al., 2014).

O poliéter foi o primeiro material elastomérico desenvolvido para uso na medicina dentária, sendo introduzido em 1965 (Faria et al., 2008). As suas propriedades mecânicas, como a recuperação elástica, e a baixa contração de polimerização demonstravam uma superioridade notável em comparação aos hidrocolóides, polissulfetos e silicones de condensação (Hamalian et al., 2011).

Dez anos mais tarde, em 1975, surgem os silicones de adição (mais conhecidos por polivinilsiloxanos [PVS]) (Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998).

Atualmente, os três materiais de impressão mais utilizados na medicina dentária são: os silicones de adição, os poliéteres e o alginato.



## **1.2. O material de impressão ideal**

Para produzir réplicas precisas dos tecidos intraorais os materiais de impressão devem exibir certas características no ambiente clínico e laboratorial (Rocha Castro, 2005).

Clinicamente devem ter as seguintes qualidades: (1) estabilidade dimensional nas condições de temperatura e humidade existentes na clínica, (2) precisão para reproduzir com detalhe as estruturas orais, (3) molhabilidade dos tecidos orais (hidrofílico), (4) propriedades elásticas, (5) resistência adequada para que não rasgue ao remover da boca, (6) tempo de presa compatível com as exigências clínicas, (7) biocompatível (natureza hipoalergénica e baixa toxicidade), (8) possibilidade de desinfeção sem perda da estabilidade dimensional, e (9) odor, sabor e cor agradáveis, e (10) fácil utilização. Finalmente, é recomendado que tenha um custo razoável (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Rocha Castro, 2005).

Segundo Hamalian et al. (2011) é difícil encontrar um material de impressão que satisfaça todas estas características.

## **1.3. Escolha do material de impressão**

A escolha do material idealmente deve ser baseada no conhecimento das suas propriedades e possíveis interações com outros materiais ou substâncias utilizados habitualmente durante os procedimentos clínicos (Perakis et al., 2004).

Segundo Hamalian et al. (2011) a escolha do material resulta, normalmente, de uma escolha subjetiva, baseada em preferências pessoais, na facilidade de manipulação destes, e da técnica de impressão utilizada.

Cada classe de materiais tem as suas vantagens e desvantagens, logo, o conhecimento das suas características é fundamental para a sua correta utilização na clínica (Rocha Castro, 2005).

## **1.4. Tipos de materiais de impressão**

Podemos classificar os materiais de impressão em dois grandes grupos, os flexíveis e os rígidos. Um material de impressão rígido tem uma aplicabilidade específica, assunto que não será aprofundado neste trabalho por se afastar do âmbito do mesmo.

Os materiais flexíveis podem ser divididos em dois grupos: (1) materiais de impressão hidrocolóides; e (2) materiais de impressão elastoméricos (Anusavice et al., 2012; Chen et al., 2004; Faria et al., 2008).

#### **1.4.1. Os hidrocolóides irreversíveis**

Os hidrocolóides irreversíveis são materiais de impressão utilizados regularmente na prática clínica. Fazem parte deste grupo o agar-agar e o alginato, sendo este mais popular (Chen et al., 2004; Nassar, Aziz, e Flores-Mir, 2011).

##### **1.4.1.1. Alginato**

O alginato é constituído por um pó, cujos constituintes essenciais são o alginato de sódio e sulfato de cálcio, ao qual se mistura água nas proporções corretas formando uma pasta ou massa cremosa (Moreira, 2007; Rocha Castro, 2005).

É bastante utilizado na medicina dentária, devido à sua fácil manipulação, fluidez, relativa fidelidade e preço económico (Faria et al., 2008; Rocha Castro, 2005).

O alginato é usado para realizar modelos de estudo de toda a arcada ou apenas de segmentos das arcadas em quase todas as áreas da medicina dentária (Nassar et al., 2011).

No entanto, existem problemas relacionados com a estabilidade dimensional e com a reprodução de detalhe, o que limita o seu uso como material de impressão definitivo (Faria et al., 2008).

Outras desvantagens da utilização deste material são: a instabilidade ao longo do tempo e a rugosidade da superfície devido à perda de água (Powers e Wataha, 2000; Rocha Castro, 2005).

O tempo de presa depende do tipo de alginato utilizado, se este for alginato tipo I, ou de secagem rápida, o tempo de presa varia entre um a dois minutos. O alginato tipo II, ou de secagem lenta, tem um tempo de presa mais longo, normalmente, entre dois a quatro minutos (Rocha Castro, 2005).

#### **1.4.2. Os elastómeros**

Fazem parte deste grupo, quatro tipos de materiais com diferentes características, que atualmente estão disponíveis e são utilizados na medicina dentária, são eles: (1) silicões de condensação, (2) polissulfetos, (3) poliéteres e (4) silicões de adição (Anusavice et al., 2012; Chen et al., 2004).

Dentro deste grupo de materiais, os PVS representam o “*stade of the art*” dos materiais elastoméricos na prostodontia e dentisteria restauradora, sendo um dos materiais de impressão mais utilizados na medicina dentária (Surapaneni et al., 2013).

#### **1.4.2.1. Silicone de Condensação**

Os silicones de condensação podem ser apresentados sob a forma de uma pasta base e um catalisador líquido de baixa viscosidade, ou sob a forma de duas pastas (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

São exemplos de marcas populares o Optosil/Xantopren® (Heraeus Kulzer, South Bend, IN) e Speedex® (Coltene, Whaledent, New York, NY) (Hamalian et al., 2011).

Depois do material polimerizar, a evaporação subsequente e inevitável de álcool (produto da reação entre a base e o catalisador) resulta em alterações dimensionais do material (Hamalian et al., 2011).

Outro dos problemas encontrado com estes materiais é a dificuldade em obter as proporções corretas quando misturados à mão. Este problema faz com que varie o tempo de presa do material, que afeta, indiretamente, a qualidade da impressão (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

#### **1.4.2.2. Polissulfeto**

Os polissulfetos são constituídos por uma pasta base, que contem um polímero de polissulfeto, e uma pasta catalisadora. O permalastic® (SDS/Kerr) é um exemplo de polissulfeto (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

Alguns polissulfetos podem ser classificados como substâncias tóxicas, principalmente devido aos óxidos de metais pesados contidos na pasta catalisadora (Hamalian et al., 2011).

Os polissulfetos são geralmente considerados pouco a moderadamente hidrofílicos, e permitem obter uma impressão precisa mesmo na presença de saliva ou sangue. Conseguem reproduzir detalhes com excelentes resultados, e apresenta uma estabilidade dimensional razoável (Anusavice et al., 2012; Giordano, 2000).

Não são materiais rígidos e a sua remoção é mais fácil que a dos poliéteres e PVS. Quando comparados com estes materiais, os polissulfetos apresentam uma reduzida capacidade de recuperação elástica. Estes materiais caracterizam-se por terem um tempo de presa longo (cerca de 12 minutos) (Hamalian et al., 2011).

Em virtude deste facto, é recomendado vazar a gesso imediatamente após a toma de impressão. Durante os procedimentos de desinfecção deve haver cuidado para evitar a dilatação da impressão, quando este for imerso mais de 10 minutos em desinfetante ou

água. Outra desvantagem é o sabor e cheiro desagradável (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

#### **1.4.2.3. Poliéter**

São exemplos o Impregum<sup>®</sup>, Permadyne<sup>®</sup> (3M ESPE<sup>®</sup>, Minneapolis, MN), e Polygel<sup>®</sup> (L.D. Caulk, Milford, DE). São compostos por uma pasta base e uma pasta catalisadora (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

O poliéter tem características hidrofílicas e exhibe boas propriedades de molhabilidade, mesmo na presença de saliva e sangue. Porém, requer que a cavidade oral esteja seca para se obter uma impressão aceitável. Estes materiais têm uma excelente precisão, são dimensionalmente estáveis, e permitem vazar modelos precisos múltiplas vezes (Hamalian et al., 2011).

É um material rígido, logo a sua remoção é mais difícil que nos PVS. Têm uma força de rasgamento elevada, pelo que não se rompem com facilidade, o que permite obter bons detalhes subgingivais, mesmo na remoção da impressão (Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011).

No entanto, esta alta rigidez pode ser uma desvantagem em certos casos, como em pacientes portadores de próteses fixas ou em pacientes com doença periodontal e perda de tecido de suporte. A fratura de troqueis de gesso também é uma situação comum na fase de desinserção do modelo (Hamalian et al., 2011).

Segundo Hamalian et al. (2011) a humidade provoca alterações dimensionais no poliéter, logo, deve haver o cuidado de secar bem a impressão após a sua toma, e após a desinfecção. Para prevenir a expansão do material durante a desinfecção, é recomendado utilizar um spray de hipoclorito de sódio durante 10 minutos, assim como lavar e secar imediatamente antes de vazar a gesso (Cottone e Molinari, 1991; Hamalian et al., 2011).

O sabor e cheiro do poliéter também se apresentam como desvantagens. O tempo de preza é curto, entre 4 a 5 minutos, não podendo esta ser alterada pelo uso de luvas de látex (Hamalian et al., 2011; Powers e Wataha, 2013).

#### **1.4.2.4. Silicone de adição**

Deste grupo de materiais, introduzidos na década de 70, fazem parte os polivinilsiloxanos (PVS) ou vinilpolisiloxanos. Exemplos populares incluem o Express<sup>®</sup> (3M ESPE<sup>®</sup>), Extrude<sup>®</sup> (Kerr Corporation, Orange, CA), e Aquasil<sup>®</sup>

(Caulk/Dentsply, Milford, DE) (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni et al., 2013).

São constituídos por um material base e um acelerador ou catalisador, podendo vir apresentados em várias formas, dependendo da sua viscosidade (Mandikos, 1998; Surapaneni et al., 2013).

Existe uma grande variedade de viscosidades: desde muito baixa ou light, para utilização com seringas ou pistolas de auto-mistura (“*automixing*”), até média, alta e muito alta (putty), que são mais utilizadas manualmente (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni et al., 2013).

Segundo Surapaneni et al. (2013), os PVS são os materiais de impressão disponíveis que apresentam o melhor detalhe e recuperação elástica, por essa razão são considerados os materiais de eleição para prótese fixa.

Embora exibam várias vantagens, também apresentam desvantagens, como por exemplo, serem suscetíveis à contaminação. A contaminação dos PVS normalmente é resultante dos compostos de enxofre ou sulfurados, como as luvas de látex e os diques de borracha (Hamalian et al., 2011; Surapaneni et al., 2013).

O contacto do PVS não polimerizado com o látex resulta na inibição direta da polimerização do material. Esta situação pode simplesmente ocorrer se o material for manipulado com luvas de látex, ou mesmo à mão, caso as luvas de látex tenham sido usadas antes da manipulação do material (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni et al., 2013).

Outra limitação dos PVS inclui a sua natureza hidrofóbica, que se deve à sua estrutura química e ângulos de contacto elevados com os tecidos orais e gessos (Hamalian et al., 2011).

Os novos PVS hidrofílicos, como o Aquasil<sup>®</sup>, têm molhabilidade melhorada, conseguida através da incorporação de surfactantes não iónicos. Mesmo assim, devem ser utilizados perante condições secas da cavidade oral, pois a humidade da saliva, dos fluidos gengivais e do sangue podem interferir com a precisão das impressões (Hamalian et al., 2011; Surapaneni et al., 2013).

Estes são os materiais de impressão com melhor recuperação elástica (mais de 99%), possuem uma excelente habilidade para a reprodução de detalhes, e são dimensionalmente estáveis (Hamalian et al., 2011; Surapaneni et al., 2013). Outras das suas características positivas incluem a sua moderada rigidez (menor que a dos poliéteres),

a boa resistência de rasgamento, e a facilidade de remoção da cavidade oral (Hamalian et al., 2011).

Os PVS mais recentes têm um tempo de trabalho de 2 minutos, e um tempo de presa de 6 minutos (com pequenas variações). São sensíveis à temperatura, mais que os polissulfetos, e o seu tempo de presa é diretamente proporcional ao aumento da temperatura (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni et al., 2013).

Quanto à desinfecção, podem ser empregues a maior parte dos protocolos de desinfecção e podem ser esterilizados a frio sem perigo de haver alterações dimensionais (Cottone e Molinari, 1991; Hamalian et al., 2011).

**Tabela 1-** Resumo das principais características dos materiais convencionais

Material	Classificação	Caraterísticas	Tempo de presa	Vantagens	Desvantagens
<b>Alginate</b>	Hidrocolóide Irreversível	Boa fluidez Relativa fidelidade Boas propriedades elásticas	Tipo I- 1 a 2 min. Tipo II- 2 a 4 min.	Fácil manipulação Preço económico	Alterações dimensionais Instabilidade ao longo do tempo Rugosidade de superfície
<b>Silicone de Condensação</b>	Elastómero	Hidrofóbico	5 a 8 min.	Preço Boa capacidade elástica	Alterações dimensionais Dificuldade em obter proporções corretas Hidrofóbico
<b>Polissulfeto</b>	Elastómero	Hidrofílico (moderadamente)	12 min.	Excelente reprodução de detalhes	Tempo de presa longo Reduzida recuperação elástica Odor e sabor Toxicidade
<b>Poliéter</b>	Elastómero	Hidrofílico Rígidos	4 a 5 min.	Excelente precisão Boa estabilidade dimensional Elevada resistência ao rasgamento Natureza hidrofílica Excelente detalhe	Alta rigidez Sabor e odor Reações alérgicas Preço elevado
<b>Silicone de adição</b>	Elastómero	Natureza hidrofóbica Moderada rigidez	6 min.(com pequenas variações)	Ótima recuperação elástica Boa estabilidade dimensional Biocompatível	Contaminação pelo latex Hidrofóbicos Preço elevado

Fonte:(Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Rocha Castro, 2005)

## **1.5. Técnicas de impressão**

### **1.5.1. Técnicas com materiais elastoméricos**

Os materiais elastoméricos são fornecidos normalmente com diferentes viscosidades o que permite realizar várias técnicas de impressão (Anusavice et al., 2012).

Normalmente, as impressões em silicone são efetuadas recorrendo-se a uma moldeira universal através da técnica da dupla mistura (putty/light) ou da técnica da dupla impressão (Richards, Zeiaei, Bagby, Okubo, e Soltani, 1998; Rocha Castro, 2005).

Na primeira, a técnica da dupla mistura, também designada de técnica de um passo, é aplicado um PVS de viscosidade light na preparação dentária, imediatamente após a remoção de um dos fios de retração gengival colocados no sulco gengiva (Perakis et al., 2004).

Face ao comportamento elástico dos tecidos gengivais, a utilização do fio de retração contraria a deflexão dos mesmos, facilitando, assim, a penetração do material light dentro do sulco gengival, ligeiramente a baixo das margens da preparação dentária. A primeira camada de light é colocada em toda a preparação dentária. O último passo é a inserção da moldeira, com um material mais viscoso, normalmente um putty (Perakis et al., 2004).

A moldeira deve ficar em boca até os materiais terem tomado presa, para evitar qualquer deformação da impressão. Devido às propriedades viscoelásticas dos materiais, é aconselhado uma remoção rápida e precisa da cavidade oral, diminuindo o tempo em que o material está sob stress, reduzindo assim o risco de alterações permanentes (Perakis et al., 2004).

Esta técnica tem a vantagem de poupar tempo de cadeira e material, contudo, apresenta a desvantagem de poderem ocorrer imperfeições na união entre os dois materiais de consistências diferentes (Richards et al., 1998; Rocha Castro, 2005)

Na segunda técnica, a técnica de dupla impressão, verifica-se a vantagem de efetuar impressões mais precisas, mas apresenta como desvantagens, a necessidade de utilização de tempo para a impressão, de desperdício de material, e a possibilidade de ocorrência de distorções, caso o light não cubra todas as superfícies da preparação dentária (Rocha Castro, 2005).

### **1.5.2. Impressão com alginato**

Para realizar uma adequada impressão em alginato é imperativo que o material de impressão fique retido mecanicamente na moldeira, para permitir a sua total remoção das estruturas dentárias impressas (Rocha Castro, 2005).

Embora a literatura afirme que as moldeiras individuais reproduzem de forma mais exata as áreas impressionadas, as moldeiras universais são as mais utilizadas para a obtenção dos modelos preliminares. Existem moldeiras universais de plástico e metálicas (Rocha Castro, 2005).

É aconselhado a utilização de uma moldeira de metal perfurada de forma que o alginato fique mecanicamente retido. Se forem utilizadas moldeiras de plástico é necessário a colocação de uma fina camada de adesivo para alginato (Nandini, Venkatesh, e Nair, 2008; Rocha Castro, 2005).

O alginato é um material débil e fluido, logo é necessário colocar uma quantidade significativa de alginato na moldeira. É recomendado que a espessura de alginato entre a moldeira e os tecidos deva ser pelo menos 3 mm, para assegurar uma boa impressão (Anusavice et al., 2012; Rocha Castro, 2005).

É, também, essencial uma mistura adequada entre a água e o pó, respeitando as recomendações do fabricante. Primeiro coloca-se a água necessária dentro de um graal de borracha, limpo, e depois é colocado o pó dentro da água e misturado com uma espátula de plástico (Nandini et al., 2008).

Para manipular e misturar corretamente a água e o pó devem ser empregues movimentos vigorosos em oito, com a mistura a ser comprimida contra as paredes do graal, de modo a remover as bolhas de ar (Rocha Castro, 2005).

Quando o material adquirir uma consistência uniforme (massa homogênea e cremosa) estará pronto para ser transferido para a moldeira, com o auxílio da espátula (Nandini et al., 2008; Rocha Castro, 2005).

A toma de impressão segue a técnica normal, e depois do material tomar presa deve ser removido de forma rápida e firme (Anusavice et al., 2012; Powers e Wataha, 2000; Rocha Castro, 2005).

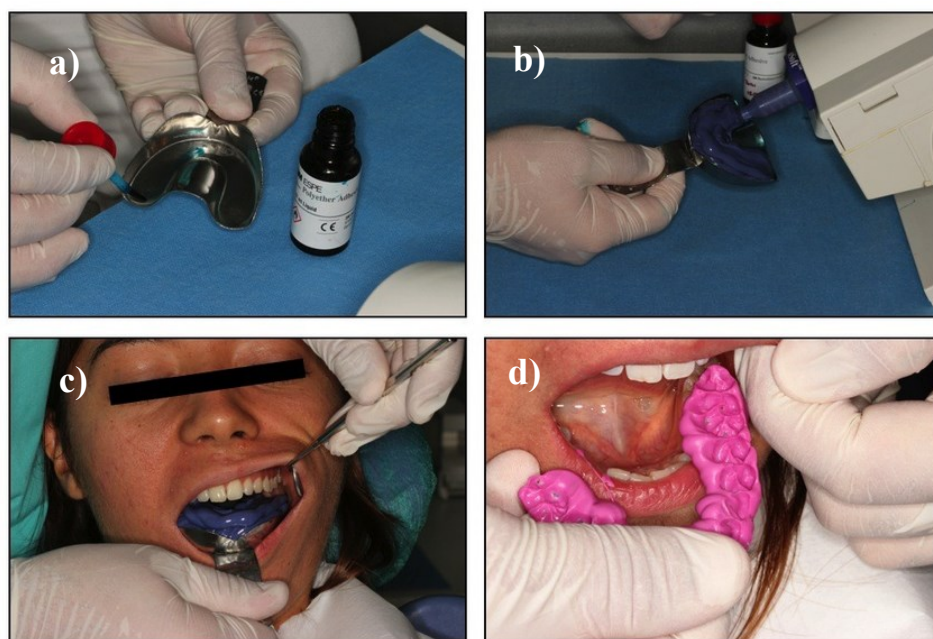
### **1.6. Sequência da técnica de impressão convencional**

O uso dos materiais elastoméricos como os polivinilsiloxanos, e os hidrocolóides irreversíveis, como o alginato, envolve 7 etapas essenciais para a obtenção dos modelos



de gesso: (1) seleção e preparação da moldeira, (2) preparação dos tecidos da cavidade oral, (3) manipulação ou espatulação do material, (4) toma de impressão (das duas arcadas e registo oclusal), (5) remoção da impressão, (6) desinfecção da impressão, (7) obtenção dos modelos de gesso e/ou troqueis (Anusavice et al., 2012).

Na figura 1 podem observar-se alguns dos passos clínicos compreendidos na técnica de impressão convencional.



**Figura 1.** Técnica de impressão convencional. a) Preparação da moldeira (aplicação de adesivo); b) Preparação do material (colocação do material na moldeira); c) Toma de impressão; d) Registo de mordida.

Fonte:(Yuzbasioglu et al., 2014)



## 2. A tecnologia CAD/CAM

Durante as últimas duas décadas, observou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM no que diz respeito ao *scanning*, aos *softwares* de desenho, aos materiais cerâmicos, como por exemplo, a alumina, zircónia, cerâmicas feldspáticas e dissilicatos de lítio, e à maquinação ou fresagem das estruturas protéticas (Correia et al., 2006; Mantri e Bhasin, 2012).

Os sistemas CAD/CAM eliminam alguns passos do procedimento convencional clínico e laboratorial. Apesar de não haver dúvidas de que são fabricadas restaurações protéticas de qualidade através da colaboração do médico dentista e o técnico de prótese, o procedimento laboratorial continua a ser trabalhoso e dependente de profissionais experientes e competentes para a obtenção de resultados ótimos (Miyazaki et al., 2009).

A tecnologia CAD/CAM recorre ao uso de *scanners* digitais ou sistemas de impressão digital. Estes sistemas possibilitam um procedimento mais padronizado e automatizado, restaurações de elevada qualidade, a redução dos custos de produção, entre outras vantagens (Correia et al., 2006; Mantri e Bhasin, 2012; Yuzbasioglu et al., 2014).

Inúmeros estudos demonstram o potencial desta tecnologia para o fabrico de restaurações protéticas precisas (Ng et al., 2014; Syrek et al., 2010; Yuzbasioglu et al., 2014).

### 2.1. Breve história dos sistemas CAD/CAM

Os sistemas CAD/CAM são utilizados para recolher informação, desenhar, e fabricar uma grande variedade de produtos (Liu, 2005).

É uma tecnologia muito utilizada em várias indústrias, e começou a ser utilizada na medicina dentária a partir de 1980 (Baroudi e Ibraheem, 2015; Liu, 2005; Miyazaki et al., 2009).

As primeiras experiências começaram na década de 70, com Bruce Altschuler nos EUA, François Duret em França, e Werner Mormann e Marco Brandestini na Suíça (Correia et al., 2006; Liu, 2005).

François Duret foi o primeiro, em 1971, a fabricar coroas através de uma série de sistemas, que iniciavam com uma impressão digital de uma preparação dentária, seguida do desenho de uma restauração, e o seu fabrico com recurso a uma máquina de fresagem (Mantri e Bhasin, 2012; Schepke, Meijer, Kerdijk, e Cune, 2015).

Young e Altschuler apresentaram em 1977, a ideia de utilizar a holografia laser para fazer o mapeamento intraoral da cavidade oral (Correia et al., 2006; Liu, 2005).

Duret, em 1984, desenvolveu o “sistema Duret”, conhecido como Sopha Bioconcept System (Sopha Bioconcept, Inc, Los Angeles), tendo muita importância no progresso dos sistemas CAD/CAM (Correia et al., 2006; Liu, 2005). Com este sistema, Duret, demonstrou a aptidão dos mesmos para a confecção de estruturas protéticas. No entanto, não teve sucesso na medicina dentária, devido ao seu elevado custo, e complexidade de utilização (Correia et al., 2006; Liu, 2005).

O primeiro sistema viável comercializado CAD/CAM foi o CEREC, desenvolvido por Mormann e Brandestini, em 1980, na Universidade de Zurique (Baroudi e Ibraheem, 2015; Correia et al., 2006; Liu, 2005; Miyazaki et al., 2009; Pinto de Carvalho, 2013).

O sistema CEREC introduziu a utilização “*chairside*”, ou seja, dentro do próprio consultório, possibilitando a obtenção de restaurações protéticas em apenas uma consulta (Baroudi e Ibraheem, 2015).

Desde então, até aos dias de hoje, têm ocorrido grandes desenvolvimentos nesta tecnologia que conduziram ao sucesso dos sistemas CAD/CAM contemporâneos (Liu, 2005).

## **2.2. Componentes da tecnologia CAD/CAM**

O desenho de uma estrutura protética de forma digital, e a sua posterior confecção a partir de uma máquina de fresagem é designado por CAD/CAM (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013).

Este acrónimo representa *computer aided design* (CAD- projeto ou desenho assistido por computador) e *computer aided manufacturing* (CAM- fabrico assistido por computador) (Beuer et al., 2008; Goodacre et al., 2012; Liu, 2005).

Os sistemas CAD/CAM são constituídos por três componentes essenciais:

(1) O sistema de leitura da preparação dentária, também designado de *scanner*, que recolhe as informações da cavidade oral.

(2) O *software* de desenho (CAD), que define a geometria da restauração, e com o qual se desenha a estrutura protética.

(3) O CAM que programa diretamente o processo de confecção da restauração, e realiza a sua maquinação através das unidades de fresagem (Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006; Ting-shu e Jian, 2014).



**Figura 2.** Componentes de um sistema CAD/CAM. a) *scanner* ótico digital; b) Unidade CAD; c) Unidade de fresagem (CAM).

Fonte: (Soluções CEREC para o consultório., n.d.)

### 2.3. Tipologia dos sistemas CAD/CAM

Os sistemas CAD/CAM podem ser divididos em dois tipos, de acordo com a sua capacidade de ceder ou de partilhar dados CAD, os sistemas abertos e fechados (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013; Ting-shu e Jian, 2014).

Os sistemas abertos permitem escolher outros *softwares* de desenho ou unidades de fresagem para proceder ao procedimento CAD/CAM, o que é uma vantagem, pois é possível ceder os dados CAD a outras unidades CAM mais capacitadas a produzir certos tipos de restaurações. Para além de partilhar, também é possível receberem dados de outros sistemas (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013).

Os sistemas fechados oferecem todo o sistema de produção, não havendo trocas de arquivos CAD com diferentes sistemas CAD/CAM (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013; Ting-shu e Jian, 2014).

Também podem ser classificados em três grupos segundo o local onde são utilizados: (1) sistemas diretos, “*in-office*” ou “*chairside*”; (2) sistemas indiretos ou de

laboratório (“*in-lab*”); e (3) sistemas de centros de fresagem (Baroudi e Ibraheem, 2015; Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006; Mantri e Bhasin, 2012; Miyazaki et al., 2009).

Os sistemas diretos, “*chairside*”, ou “*in-office*”, oferecem os três componentes, isto é, o *scanner* ótico intraoral, a unidade CAD e a fresadora, para utilização na clínica (Beuer et al., 2008). Sendo assim, o fabrico de uma restauração ou coroa pode ter lugar na clínica sem a necessidade de impressões convencionais e procedimentos laboratoriais. Desta forma, economiza-se tempo, e possibilita a confeção de uma restauração protética em apenas uma consulta (Baroudi e Ibraheem, 2015; Beuer et al., 2008; Mantri e Bhasin, 2012; Neto, 2012).

Os sistemas indiretos ou de laboratório são próprios para utilização num laboratório de prótese. Habitualmente têm dimensões superiores aos sistemas *in-office*, e possibilitam a confeção de um maior número de próteses fixas. Com estes sistemas, a consulta pode processar-se de forma convencional, isto é, segundo o trabalho tradicional entre médico dentista e protésico. (Beuer et al., 2008; Neto, 2012).

Apenas difere no procedimento laboratorial, em que, neste caso, a impressão convencional é enviada ao laboratório, de modo a ser obtido um modelo de gesso, sendo os restantes etapas da produção realizadas por um sistema CAD/CAM deste tipo (Beuer et al., 2008; Mantri e Bhasin, 2012; Neto, 2012).

De todos os sistemas, o CEREC é o único que oferece as duas modalidades, ou seja, um sistema *in-office*, e um de laboratório (CEREC Chairside e InLab). Idêntico ao CEREC Chairside, existe, também, o sistema Evolution D4D. Este, apenas dispõe a tipologia *chairside* ou *in-office* (Baroudi e Ibraheem, 2015; Liu, 2005).

Outros sistemas, tais como, o iTero e Lava C.O.S (*Chairside oral scanner*) também permitem obter impressões digitais intraorais, no entanto, as restaurações são desenhadas e fresadas num laboratório ou por um centro de fresagem, já que estes não constituem sistemas *in-office* (Baroudi e Ibraheem, 2015).

A procura por sistemas para laboratório, dos quais são exemplo, o DCS Precident, Procera, CEREC inLab e o Lava, tem aumentado a significativamente nos últimos 10 anos (Liu, 2005; Powers e Wataha, 2000).

Os sistemas CAD/CAM de utilização nos centros de fresagem diferem dos sistemas de laboratório na etapa de maquinação, em que neste caso, é efetuada por um centro de fresagem próprio da empresa (Beuer et al., 2008). O NobelProcera™ da NobelBiocare e Lava™ da 3M são exemplos deste tipo de sistemas (Neto, 2012).

**Tabela 2.** Exemplo de diferentes sistemas CAD/CAM existentes no mercado.

Sistema CAD/CAM	Empresa	Lançamento no mercado	Modalidade	Tipo de scanning	Software CAD e programa CAM
<b>CEREC 3D®</b>	Sirona	2003	<i>In-office</i>	Ótica intraoral	Sim
<b>CEREC InLab®</b>	Dental Systems GmbH, Alemanha	2001	Laboratório	Ótica extraoral	
<b>Procera®</b>	Nobelbiocare AB, Suécia	1993	Centro de fresagem	Mecânico	Sim
<b>Everest®</b>	KaVo Dental GmbH, Alemanha	2002	Laboratório	Ótico extraoral	Sim
<b>Lava®</b>	3MESPE, Alemanha	2002	Centro de fresagem	Ótico intraoral	Sim
<b>E4D®</b>	D4D Technologie, EUA	2008	<i>In-office</i>	Ótico intraoral	Sim
<b>President DCS®</b>	DCS, Suíça	1989	Laboratório	Ótico extraoral	Sim
<b>Cercon®</b>	Degudent GmbH, Alemanha	2001	Laboratório	Ótico extraoral	Sim

Fonte: (Correia et al., 2006; Liu, 2005; Neto, 2012)

#### 2.4. O procedimento de um sistema CAD/CAM

As etapas do procedimento de um sistema CAD/CAM incluem a digitalização da preparação dentária, o *design* da restauração protética, e a sua fresagem (Mantri e Bhasin, 2012).

A recolha de informação ou digitalização, e o desenho da restauração fazem parte da fase CAD, enquanto a fresagem constitui exclusivamente a fase CAM, que se trata, basicamente do fabrico ou confeção das restaurações protéticas (Miyazaki et al., 2009; Ting-shu e Jian, 2014).

A leitura dos dentes preparados, dentro da cavidade oral, é conseguida através de um *scanner* intraoral, e fora da cavidade oral, sobre um modelo de gesso ou uma impressão, a partir de um *scanner* extraoral. Os dados da leitura são convertidos, posteriormente, em informação digital tridimensional (3D) (Mantri e Bhasin, 2012; Pinto de Carvalho, 2013).

Após a digitalização da preparação dentária, a imagem é transferida para um programa ou *software* de desenho, o CAD, com o qual se pode desenhar virtualmente a estrutura protética (Correia et al., 2006).

Nesta fase definem-se ainda as linhas de terminação da preparação dentária, o espaçamento, e a espessura dos materiais a fresar (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013).

Em função do fabricante do *software*, este, pode permitir ou não, o fabrico de quase todo o tipo de próteses parciais fixas, como por exemplo, coroas unitárias, pontes, *inlays*, *onlays*, *overlays* e facetas (Beuer et al., 2008).

O CAD gera a informação necessária para que as máquinas de fresagem deem a forma pretendida com o desenho, a partir de blocos pré-fabricados de diferentes materiais (Mantri e Bhasin, 2012; Pinto de Carvalho, 2013). Alguns destes materiais estão resumidos na tabela 3.

Depois de escolhido o material, os blocos são colocados numa unidade de fresagem (CAM) que inicia um processo subtrativo de fresagem conforme o número de eixos que a constitui (Correia et al., 2006).

As unidades de fresagem podem ter três, quatro ou cinco eixos de fresagem. Os eixos de fresagem influenciam a capacidade de detalhe geométrico. Exemplos de fresadoras com três eixos são: inLab (Sirona) e Lava (3M ESPE) (Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006).

**Tabela 3.** Materiais restauradores comuns para utilização com Sistemas CAD/CAM.

<b>Materiais compatíveis</b>	<b>Sistema CAD/CAM</b>	<b>Indicações</b>
<b>Dicor MCG (fluormica)</b>	CEREC 3D, CEREC InLab	Inlays, onlays, facetas
<b>Vita Mark II (cerâmica feldspática)</b>	CEREC 3D, CEREC InLab	Inlays, onlays, facetas, coroas anteriores
<b>Pro-CAD (leucita reforçada)</b>	CEREC 3D, CEREC InLab	Inlays, onlays, facetas, coroas anteriores
<b>In-Ceram Spinell (óxido de magnésio)</b>	CEREC 3D, CEREC InLab	Coroas anteriores
<b>In-Ceram Alumnia (óxido de alumínio)</b>	CEREC 3D, CEREC InLab, DCS Presidet	Coroas e pontes anteriores



<b>In-Ceram Zirconia (óxido de zircónio)</b>	CEREC 3D, CEREC In-Lab, DCS President	Coroas e pontes
<b>Zircónia parcialmente sinterizada (óxido de zircónio)</b>	DCS President, Lava, Procera, Everest, Cercon	Coroas e pontes
<b>Zircónia totalmente sinterizada (óxido de zircónio)</b>	DCS President, Everest	Coroas e pontes

---

Fonte: (Correia et al., 2006; Liu, 2005)



### 3. Sistemas de impressão digital

Com a aplicação das técnicas CAD/CAM na medicina dentária, foi desenvolvido o conceito das impressões digitais, introduzido em 1980 (Birnbaum e Aaronson, 2008; Yuzbasioglu et al., 2014).

Desde então, a digitalização no diagnóstico, planeamento, e tratamento tornou-se uma tendência na medicina dentária (Ting-shu e Jian, 2014).

São várias as qualidades e vantagens referidas, entre as quais se destacam: o conforto proporcionado ao paciente e clínico, a comodidade do procedimento (não estão presentes sabores nem cheiros desagradáveis), a eliminação de passos clínicos convencionais, que podem levar a erros e imprecisões, procedimento mais padronizado, redução do tempo de consulta, e dos custos que advêm da utilização dos materiais convencionais, e a redução do risco de infeção cruzada (Almeida e Silva et al., 2014; Lamprinos e Stampf, 2014; Mantri e Bhasin, 2012; Miyazaki et al., 2009; Pinto de Carvalho, 2013; Seelbach, Brueckel, e Wöstmann, 2013; Syrek et al., 2010).

Para além destas vantagens, a sua utilização facilita a comunicação entre profissionais como também entre o médico e paciente. (Yang et al., 2015).

O aumento número de próteses fabricadas a partir das impressões digitais, durante os últimos 20 anos, deve-se à criação de inúmeros sistemas de impressão digital de grande qualidade como o CEREC AC, Lava C.O.S., iTero, E4D e o TRIOS (Ting-shu e Jian, 2014; Zarauz et al., 2014). Representando estes, uma possível alternativa às técnicas convencionais (Lamprinos e Stampf, 2014; Seelbach et al., 2013; Yang et al., 2015).

Para um melhor conhecimento sobre os *scanners* digitais, é essencial aprender acerca das suas características, do seu funcionamento, e das suas aplicabilidades.

#### 3.1. O *scanner* digital

O sistema de impressão digital é um dispositivo ou equipamento utilizado para registar superfícies topográficas intraorais, impressões dentárias ou modelos de gesso (Zarauz et al., 2015).

É o primeiro componente de um sistema CAD/CAM, e tem como objetivo principal o mapeamento tridimensional da cavidade oral para a criação de um modelo virtual, a impressão digital, que permite o desenho de restaurações protéticas num computador e a sua posterior produção, ou seja, num sistema CAD/CAM (Birnbaum e

Aaronson, 2008; Logozzo, Zanetti, Franceschini, Kilpelä, e Mäkynen, 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

### **3.2. A digitalização**

A digitalização trata-se da primeira etapa do procedimento de um sistema CAD/CAM. É nesta etapa que as informações físicas da preparação dentária são transmitidas ao computador de modo a criar um modelo virtual.

Este processo é realizado pela digitalização ou *scanning*, onde a preparação dentária, o modelo de gesso, as arcadas dentárias, ou até mesmo, impressões dentárias, são convertidos em informação digital a partir de imagens originadas por luz ou contacto (Petter, 2013).

Existem dois tipos de digitalização, o primeiro, é designado de *scanning* ótico. Neste caso, o *scanner* emite feixes de luz ou laser, que são refletidos pelas estruturas a digitalizar, e que são captados por um sensor que transforma essa informação num modelo virtual (Beuer et al., 2008).



**Figura 3.** *Scanner* mecânico Procera® Forte da NobelBiocare®.

Fonte: (Procera® scanners - Nobel Biocare, 2007)

O segundo é através da digitalização mecânica (figura 3), em que o modelo de gesso, ou troquel, é lido mecanicamente, por uma esfera de rubi que contacta com o modelo, e transmite pormenorizadamente as informações da morfologia da preparação dentária ao computador (Beuer et al., 2008; Petter, 2013).

### 3.3. Tipos de *scanners*

Os *scanners* de impressão digital podem ser divididos em 2 grupos conforme o local onde é realizada a digitalização.

O primeiro grupo, os *scanners* intraorais (figura 4), utilizam diretamente as digitalizações das estruturas orais para originar instantaneamente um modelo de trabalho digital que permita o desenho e confecção de restaurações, em sistemas *in-office*, de laboratório ou de centros de fresagem.

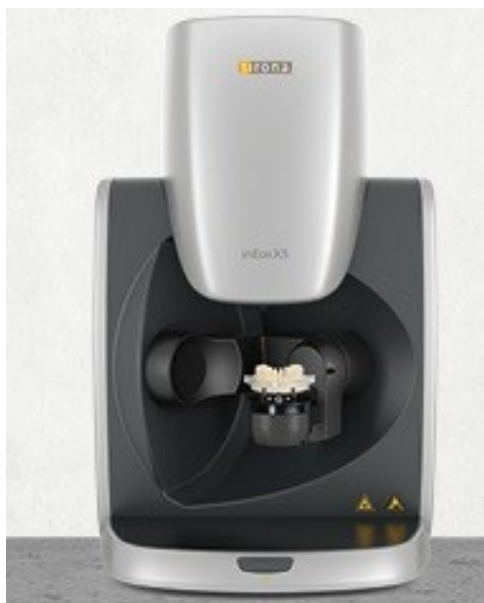
O segundo grupo inclui os *scanners* extraorais (figura 5), em que a digitalização é feita fora da cavidade oral, sobre um modelo de gesso (Petter, 2013).

Os *scanners* intraorais têm uma aplicação mais prática e rápida, pois dispensam algumas das etapas necessárias com um *scanner* extraoral, como por exemplo, a toma de impressão, e a confecção de um modelo de gesso (Correia et al., 2006).



**Figura 4.** Exemplos de *scanners* óticos intraorais (CEREC AC Bluecam e Omnicam).

Fonte: (Scanning made easy – with one of the two best camera systems on the market., n.d.)



**Figura 5.** Exemplo de *scanner* ótico extraoral (CEREC InEosX5).

Fonte: (Scan. inEos X5. One scanner. All options., n.d.)

Como referi anteriormente, também podemos classificar os *scanners* segundo o tipo de digitalização ou *scanning*.

Neste caso temos os *scanners* óticos, que utilizam a tecnologia ótica para a digitalização, e os *scanners* mecânicos, que se baseiam na leitura dos modelos por contacto (Beuer et al., 2008).

Os *scanners* intraorais baseiam-se em diferentes tecnologias óticas. O termo inglês, *non-contact optical technologies*, refere-se a esses princípios físicos, ou tecnologias, que são utilizados pelos diferentes *scanners* óticos, para o processo de digitalização. São exemplos desses princípios: a microscopia confocal, a tomografia de coerência ótica, a esteriovisão, a triangulação ativa e passiva, interferometria e princípios de contraste de fase (Logozzo et al., 2014).

A maioria dos sistemas digitais óticos existentes, combina, mais do que um dos princípios de digitalização acima citados. Este facto tem como objetivo, reduzir problemas associados à distorção, durante o processo de digitalização. Também são utilizados vários tipos de fontes de luz e componentes óticos (Logozzo et al., 2014).

### 3.4. Fluxo de trabalho digital

Logozzo et al. (2014) definiram três procedimentos que podem ser seguidos com um sistema de impressão digital: (1) o tradicional, (2) o digital primário, e (3) o digital rápido.

O procedimento tradicional inicia-se no consultório com uma impressão convencional, e depois segue o procedimento tradicional entre a clínica e o laboratório. A impressão é enviada para o laboratório, onde é vazada a gesso, e de seguida um técnico realiza a leitura modelo, através de um *scanner* extraoral, o desenho da restauração e a sua maquinação numa unidade de fresagem (Logozzo et al., 2014).

O segundo tipo de procedimento, pode ser realizado por qualquer clínico que tenha apenas um *scanner* ótico intraoral, sem os restantes componentes de um sistema CAD/CAM. Neste caso, o médico dentista realiza a impressão com o *scanner* intraoral, e envia os dados da digitalização para um laboratório ou para um centro de fresagem. A segunda etapa, ou seja, o desenho da estrutura protética e a sua confeção é realizada no laboratório ou no centro de fresagem. O desenho da restauração também pode ser realizado na primeira consulta, sendo depois enviado ao laboratório ou centro de fresagem, para se proceder à produção da mesma (Logozzo et al., 2014).

Por último, o procedimento digital rápido, pode ser conseguido através de um *scanner* ótico intraoral equipado com uma unidade de fresagem *in-office* ou *chairside*. Seguindo este procedimento o médico dentista realiza a impressão digital, desenha a restauração com o *software* CAD, e confeciona a estrutura protética na unidade de fresagem. Todos estes passos são efetuados na clínica, isto é, “*in-office*”, podendo ou não, realizar-se numa só consulta (Logozzo et al., 2014).

### 3.5. Técnica de digitalização

A técnica empregue pode sofrer algumas variações dependendo de alguns fatores como, o tipo de tratamento que vai ser realizado (por exemplo uma prótese sobre implantes ou um *overlay*), o *scanner* intraoral utilizado (CEREC AC, Lava C.O.S., iTero, E4D ou TRIOS) e da necessidade ou não de aplicação de pó (Ting-shu e Jian, 2014).

Mesmo assim, a técnica de digitalização é idêntica entre diferentes sistemas, e segue, a seguinte sequência (figura 6): (1) preparação do *hardware* e *software* (programa), (2) preparação da cavidade oral (fio de retração, secagem, e colocação de pó), (3) *scanning* da preparação dentária, dos dentes antagonistas e o registo de mordida, (4)

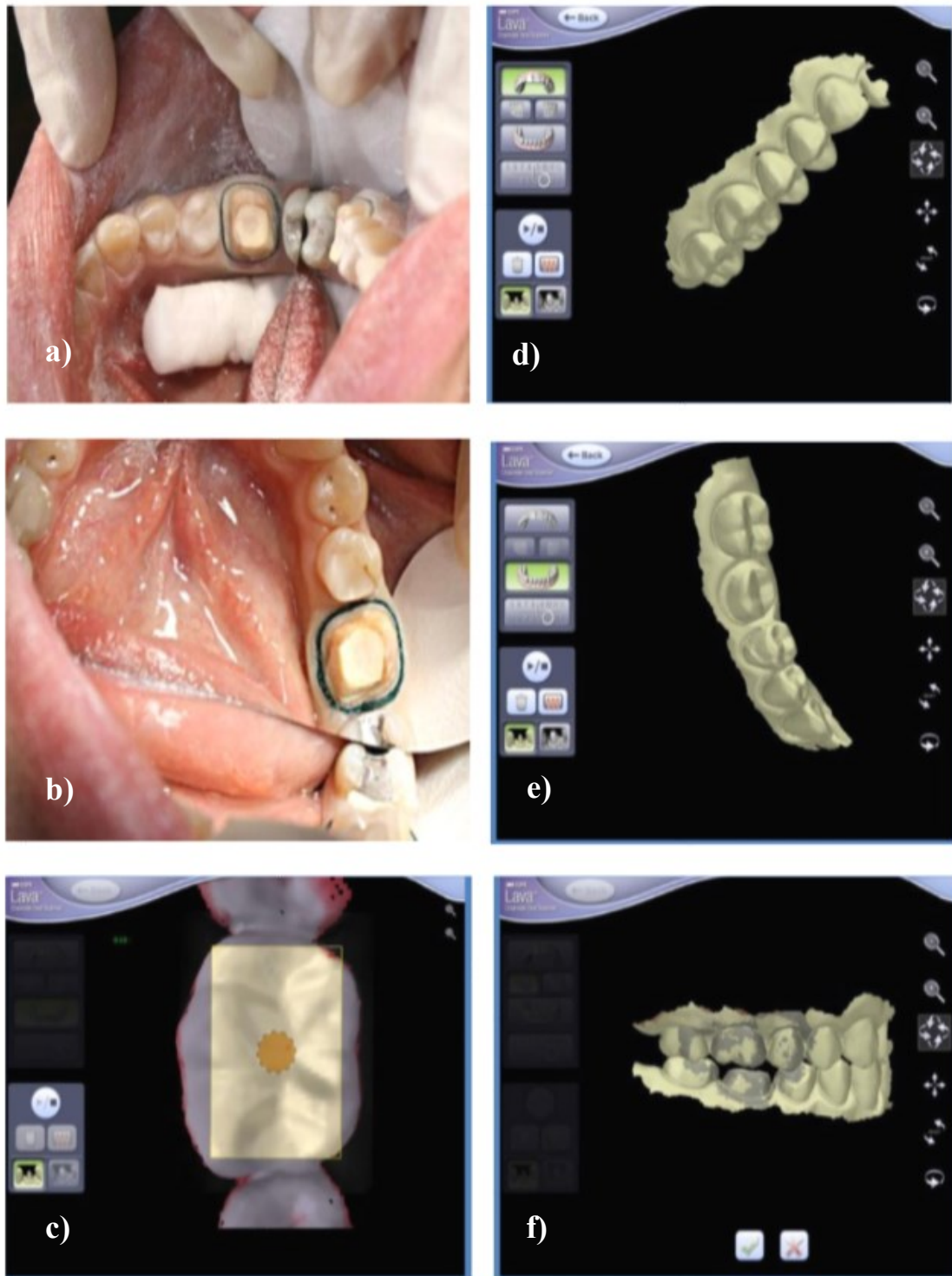
obtenção do modelo virtual tridimensional, e o (5) envio para o laboratório (se necessário) (Lamprinos e Stampf, 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Existem sistemas de impressão digital, como por exemplo, o CEREC AC Bluecam e o Lava C.O.S., que necessitam da utilização de pó para aumentar a eficácia e precisão da leitura. Para estes *scanners*, o pó ajuda a melhorar a dispersão da luz na superfície do dente, tornando-a mais uniforme, e assim, mais fácil de ser digitalizado (Ting-shu e Jian, 2014).

Durante o procedimento de digitalização, o operador percorre com a câmara, segundo um movimento único, e suave, todas as faces do dente, e estruturas envolventes, de modo a gerar informação sucessiva que permita criar o modelo tridimensional digital. Ao longo da leitura, a câmara deve estar a poucos milímetros da superfície do dente. É recomendado, também, o *scanning* dos dentes adjacentes, e dos contactos oclusais (Ting-shu e Jian, 2014).

Normalmente, este procedimento, é acompanhado em tempo real no monitor dos *scanners* intraorais. Quando a leitura termina, esta, pode ser observada no monitor e analisada a partir de qualquer ângulo. Se o operador estiver satisfeito com a impressão pode dar início ao desenho da restauração, ou enviar para um laboratório com um sistema CAD/CAM compatível para proceder aos passos subsequentes desta tecnologia (Ting-shu e Jian, 2014)





**Figura 6.** Técnica de digitalização. a) Retração gengival do dente preparado. b) Imagem 3D da preparação dentária. c) Aplicação de Pó na preparação dentária e dentes adjacentes. d) Imagem 3D dos dentes antagonistas. e) Digitalização intraoral. f) Registo oclusal.

Fonte: Ting-shu e Jian (2014).

### 3.6. Aplicabilidades

A dentisteria restauradora, a reabilitação oral e a ortodontia, são as áreas da medicina dentária em que os sistemas de impressão digital são mais utilizados (Baroudi e Ibraheem, 2015).

**Tabela 4** – Indicações dos principais sistemas de impressão digital.

<i>Scanner intraoral</i>	<i>Unidades CAM compatíveis</i>	<i>Restaurações unitárias (inlays, onlays, overlay, endocrowns, facetas, coroas)</i>	<i>Pontes</i>	<i>Pilares de Implante e guias cirúrgicas de implantes</i>	<i>Infraestruturas, attachments, coroas telescópicas</i>	<i>Ortodontia</i>
<b>CEREC AC®</b>	CEREC MC	Sim	Até 4 elementos	Não	Não	Auxilia no planeamento do tratamento
	CEREC MC X	Sim	Mais de 4 elementos	Sim	Sim	
<b>Lava C.O.S®</b>	Lava C.O.S laboratory System (cria um modelo SLA)	Sim	Até 4 elementos	Sim (pilares de implantes) Não faz referência às guias cirúrgicas	Não	Não
<b>iTero®</b>	E4D Planmeca chairside milling System e Glidewell IOS Technologies Fast Design System	Sim	Sim (não especifica o número de elementos)	Compatibilidade com várias marcas de fabricantes de pilares de implantes	—	<i>Software OrthoCAD oferece um conjunto de ferramentas que possibilitam a análise ortodôntica e o planeamento.</i>
<b>E4D®</b>	E4D Planmeca PlanMill 40	Sim	Sim (não especifica o número de elementos)	Não	Não	Não
<b>TRIOS®</b>	Não possui unidades de fresagem, mas é um sistema aberto.	Sim	Sim (não especifica o número de elementos)	Sim	Sim	Ferramenta 3Shape Ortho Analyzer para o planeamento do tratamento e análise.

Fonte: (Brochure For General Practitioners - Align Technology, 2015; CEREC. Much more than restorations, n.d.; Lava COS Technical Data Sheet- 3M, 2009; see cad/cam dentistry in a whole new light - E4D Technologies, n.d.; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015)

Dependendo do sistema de impressão digital, as impressões digitais podem ser usadas, por um sistema CAD/CAM compatível, para produzir um grande número de estruturas protéticas para tratamentos reabilitadores, como por exemplo: *inlays*, *onlays*, *overlays*, *endocrowns*, facetas, coroas unitárias, pontes, próteses sobre implantes, infraestruturas e ainda guias cirúrgicas para a colocação de implantes. Podem ainda ser utilizados na ortodontia no planeamento dos tratamentos ortodônticos e fabrico de goteiras oclusais (Baroudi e Ibraheem, 2015; Logozzo et al., 2014).

Na tabela 4, encontram-se sintetizadas as indicações de alguns dos sistemas de impressão digital atualmente disponíveis na medicina dentária.



#### 4. Revisão dos principais *scanners* intraorais

Os principais sistemas de impressão digital disponíveis no mercado incluem o CEREC, Lava C.O.S, iTero, E4D e o TRIOS (Ting-shu e Jian, 2014).

Estes sistemas diferem uns dos outros quanto às suas propriedades, como o princípio de funcionamento, a fonte de luz, a necessidade de utilização ou não de pó, o sistema operativo e o formato dos ficheiros exportados. Mesmo com as suas particularidades, os *scanners* intraorais partilham algumas características comuns (Marti, 2015; Ting-shu e Jian, 2014; Zarauz et al., 2014).

Na tabela 5, encontram-se resumidas algumas das características essenciais dos principais *scanners* intraorais atualmente disponíveis na medicina dentária.

**Tabela 5** - Características dos principais sistemas de impressão digital.

<i>Scanner intraoral</i>	<i>Empresa</i>	<i>Princípio de funcionamento</i>	<i>Fonte de luz</i>	<i>Tipo de imagem</i>	<i>Aplicação de Pó</i>	<i>In-office</i>	<i>Formato do ficheiro output</i>
<b>CEREC AC<sup>®</sup></b>	Sirona Dental System GmbH (Bensheim, Germany)	Triangulação ativa e microscopia ótica	Luz azul visível	Múltiplas imagens	Sim (Bluecam) Não (Omnica)	Sim	Privado
<b>Lava C.O.S<sup>®</sup></b>	3M ESPE (St. Paul, MN)	Active Wavefront Sampling (AWS)	Luz azul visível	Vídeo	Sim	Não	Privado
<b>iTero<sup>®</sup></b>	Cadent Inc (Carstadt, NJ)	Microscopia confocal paralela	Laser vermelho	Múltiplas imagens	Não	Não	Privado ou STL
<b>E4D<sup>®</sup></b>	D4D Technologies LLC (Richardson, TX)	Tomografia de coerência ótica	Laser vermelho	Múltiplas imagens	Não	Sim	Privado ou STL
<b>TRIOS<sup>®</sup></b>	3Shape A/S (Copenhagen, Denmark)	Microscopia confocal	Não é divulgado	Múltiplas imagens	Não	Não	Privado ou STL

Fonte: Ting-shu e Jian (2014)

#### 4.1.CEREC®

O sistema CEREC foi introduzido em 1985 e foi o primeiro sistema CAD/CAM a utilizar o conceito “*chairside*” (Poticny e Klim, 2010). O sistema CEREC 1, assim como o “sistema Duret”, foram os primeiros sistemas CAD/CAM com um equipamento de impressão digital intraoral (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Segundo a marca, CEREC® é um acrónimo para *Chairside Economical Restorations Esthetic Ceramic*. Comercializam dois tipos de sistemas CAD/CAM, o CEREC inLab®, para utilização no laboratório, e uma versão para utilização na clínica, o CEREC Chairside®, mais prática e menos dependente do trabalho de laboratório (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014).

Atualmente, estão disponíveis dois *scanners* com diferentes características, o CEREC AC Bluecam (pertence à 4ª geração da CEREC), lançado em janeiro de 2009, e o mais recente CEREC AC Omnicam, que entrou para o mercado em 2012 (Ting-shu e Jian, 2014).

O CEREC AC é a unidade móvel, que pode ser observada na figura 7., e que inclui: o *scanner* ótico, Bluecam ou Omnicam; o monitor, com o *software* CAD; o teclado e o rato (Ting-shu e Jian, 2014).

O CEREC AC Bluecam segue o princípio de medição da triangulação ativa, apresenta uma resolução de 25 µm, e captura as imagens através de uma luz azul, tendo como fonte de luz um LED azul. Este *scanner* possibilita uma leitura rápida, cerca de um minuto para um quadrante, e segundos para as estruturas antagonistas. Antes da digitalização, requer a aplicação de pó na superfície da preparação dentária, para melhorar a leitura (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

O *scanner* mais recente, o CEREC AC Omnicam, trabalha segundo o princípio de leitura contínua de imagens, em que o modelo virtual tridimensional é criado através da aquisição consecutiva de múltiplas imagens. Com a Bluecam, o modelo virtual é formado pela captura de imagens individuais das estruturas da cavidade oral (Ting-shu e Jian, 2014).

Segundo a empresa, o facto de não necessitar de pó para realizar a digitalização, e as imagens serem a cores naturais, apresentam-se como vantagens da câmara Omnicam em relação à Bluecam (Baroudi e Ibraheem, 2015).



**Figura 7.** Unidades de CAD do sistema CEREC AC e os seus *scanners* óticos intraorais (Bluecam e Omnicam).

Fonte: (CEREC. Much more than restorations, n.d.)

Os dois *scanners*, CEREC AC Bluecam e CEREC AC Omnicam, possibilitam a aquisição de impressões digitais para permitir o desenho, e a confecção de estruturas protéticas. O CEREC In-Lab ou CEREC MC possibilitam a produção de infraestruturas, coroas unitárias, facetas, *inlays*, *onlays*, *overlays*, *endocrowns* e próteses sobre implantes, numa única consulta (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

O sistema CEREC é considerado um sistema fechado, devido aos seus dados digitais só funcionarem em unidades de fresagem que suportem o sistema operativo da Sirona, como o CEREC In-Lab, CEREC MC e CEREC MC XL (Ting-shu e Jian, 2014).

#### 4.2. Lava C.O.S<sup>®</sup>

O Lava C.O.S (Lava *Chairside Oral Scanner*; 3M ESPE<sup>®</sup>, Seefeld, Germany) é um sistema de impressão digital intraoral, desenvolvido pela 3M ESPE<sup>®</sup> em 2006, e introduzido no mercado em fevereiro de 2008 (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

É constituído por uma unidade móvel (figura 8) que inclui, um computador, um ecrã “*touch screen*”, e o *scanner* ótico intraoral. Funciona segundo um princípio de aquisição de imagens designado: “*active wavefront sampling*” (AWS). O AWS possibilita a leitura de imagens com grande rapidez, e em modo de vídeo (Birnbbaum e Aaronson, 2008; Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

A câmara é caracterizada por possuir a ponta mais pequena de todos os *scanners*, com 13.2 mm de largura, conferindo-lhe grande maneabilidade e proporcionando um procedimento confortável aos pacientes (Ting-shu e Jian, 2014).

A aplicação de pó é um pré-requisito para a digitalização. A 3M ESPE® disponibiliza um pó próprio para o *scanning* com esta câmara, o “*Lava powder for Chairside Oral Scanner*”. Este pó deve ser empregue, após as condições da cavidade oral estarem adequadas, isto é, limpa e seca (Ting-shu e Jian, 2014).

As estruturas que estão a ser digitalizadas são exibidas no seu monitor, em tempo real. Este facto possibilita o médico dentista verificar se a impressão está de acordo com o pretendido, e se houver algum erro, alguma área pouco visível ou em falta, o operador simplesmente tem que fazer um *re-scan* nessa área específica e o *software* corrige automaticamente o modelo (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Assim que se obtém o modelo virtual pretendido, o médico dentista preenche uma prescrição, no ecrã do monitor para enviar ao laboratório, indicando o trabalho desejado. Os dados são transferidos ao laboratório via *wireless*, para um técnico continuar o trabalho CAD/CAM. O Lava C.O.S tem compatibilidade com outros *softwares*, sendo assim considerado um sistema semiaberto (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

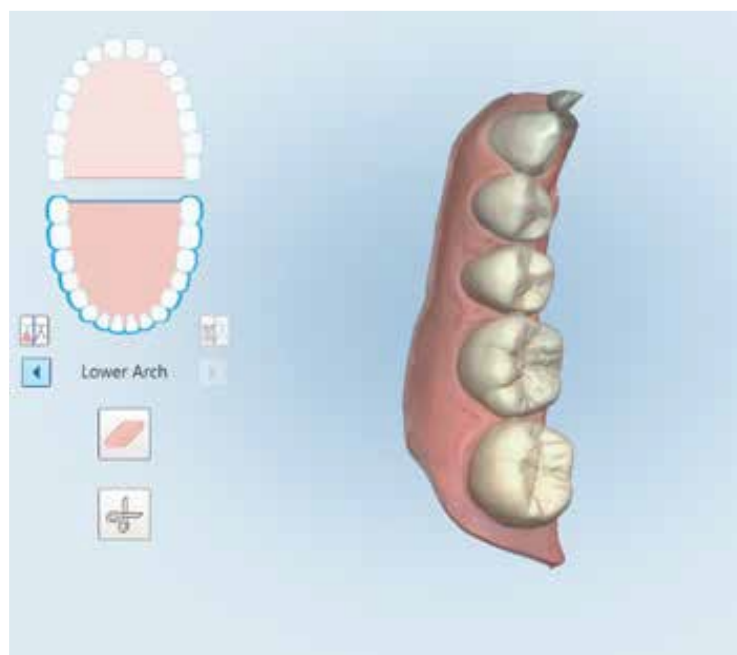
#### 4.3. iTero®

A entrada do sistema iTero para o mercado foi em 2007. Esta câmara opera através do princípio da imagem confocal paralela (“*parallel confocal imaging*”) (Logozzo et al., 2014).

Consegue capturar todos os tecidos da cavidade oral, originando uma imagem colorida (figura 8), sendo dispensável o uso de pó durante o procedimento de digitalização. A câmara emite um laser vermelho, como fonte de luz, e a luz refletida pelas estruturas é captada pelo *scanner*, e convertida em informação digital (Birnbbaum e Aaronson, 2008).



Fazem parte da sua composição: um monitor, “rato” (“*mouse*” do computador), teclado, ecrã, pedal e um *scanner* (Ting-shu e Jian, 2014).



**Figura 8** Digitalização com o sistema iTero®.

Fonte: (Brochure For General Practitioners - Align Technology, 2015)

O *scanner* tem uma das maiores pontas existentes no mercado, o que exige uma maior abertura da boca por parte do paciente (Birnbaum e Aaronson, 2008).

O pedal permite dar início à impressão, e a imagem é transmitida instantaneamente no ecrã do monitor. Após a leitura da preparação dentária ou das estruturas desejadas, o sistema iTero oferece um conjunto de ferramentas de diagnóstico que avaliam a qualidade da mesma, e permitem o médico dentista modificar a impressão ou a preparação, antes de finalizar a impressão (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014)

As impressões digitais são transmitidas às instalações da Cadent e laboratórios via *wireless*. O iTero é um sistema aberto e pode ser utilizado para o fabrico de coroas, próteses parciais fixas, facetas, “*aligners*” (alinhadores) e retentores (Ting-shu e Jian, 2014).

Exporta os ficheiros digitais segundo um formato STL, o qual pode ser partilhado e recebido por outros sistemas CAD/CAM, caso sejam compatíveis com esse formato (Logozzo et al., 2014).

#### 4.4. E4D®

A D4D Technologies, LLC (Richardson, TX) desenvolveu, em 2008, o sistema *in-office* E4D. O sistema completo, é constituído por uma câmara ótica intraoral, o *software* e unidade de desenho (CAD), e uma máquina de fresagem (CAM) (Logozzo et al., 2014).

O sistema de impressão digital E4D segue os princípios de tomografia de coerência ótica (TCO), e de microscopia confocal. A fonte de luz utilizada é um laser vermelho (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

O uso de agente refletivo (pó) não é necessário para a digitalização. Durante o *scanning*, a câmara deve ser mantida a poucos milímetros da superfície do dente ou da preparação dentária. Essa distância, pode ser conseguida com a ajuda de umas pontas de borracha presentes no *scanner* (Ting-shu e Jian, 2014).

Após a leitura, o *software* de desenho é capaz de detetar automaticamente a linha de terminação da preparação dentária, possibilitando, também, a sua correção. Depois de selecionada, o sistema E4D disponibiliza uma ferramenta de desenho designada: Autogenesis™. Este programa propõe uma restauração, a partir das suas bibliotecas de anatomia dentária, e posteriormente, o operador escolhe o desenho desejado. Através de outras ferramentas, incluídas no *software*, o operador pode individualizar e modificar a restauração como pretender (Birnbbaum e Aaronson, 2008; Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

As impressões digitais podem ser exportadas de duas formas: em formato privado, ou em STL. Para exportar em privado, as informações são enviadas para um *software* específico designado de DentaLogic. A exportação em formato STL, compatível com outros sistemas CAD/CAM, requer do detentor do sistema, o pagamento de uma fiança à D4D Technology (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Por essas razões, é considerado um sistema CAD/CAM semiaberto (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Assim como os sistemas CEREC AC Bluecam e Omnicam, o sistema E4D, pode trabalhar como um sistema *in-office* ou *chairside*, o que significa que este sistema também possibilita a confeção de estruturas protéticas numa só consulta (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

#### 4.5. TRIOS™

Em dezembro de 2010, a 3Shape (Copenhagen, Denmark), anunciou o lançamento de um novo sistema de impressão digital, o TRIOS™. Entrou no mercado em 2011, e trabalha segundo os princípios do seccionamento ótico ultrarrápido, e da microscopia confocal (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Consegue ler 3000 imagens por segundo, o que diminui a influência do movimento durante o processo de digitalização. O sistema analisa todas essas imagens obtidas, e cria um modelo tridimensional instantaneamente. Similar ao sistema CEREC AC Omnicam, iTero, e E4D, o TRIOS, não necessita de pó (Ting-shu e Jian, 2014; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

A manipulação, e a técnica de digitalização do TRIOS™ é relativamente simples, e segue um procedimento idêntico aos outros sistemas. Este *scanner* consegue fazer leituras mesmo com uma distância de 2 ou 3 cm da superfície do dente, sem afetar o foco e a captura de imagens (Ting-shu e Jian, 2014).

A 3shape disponibiliza o *scanner* em três modalidades distintas: TRIOS® Cart, TRIOS® Pod e o TRIOS® Chair Integration (Ting-shu e Jian, 2014; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

O TRIOS® Pod (figura 9) oferece melhor mobilidade e flexibilidade devido à sua simplicidade. É uma solução portátil, compatível com computadores ou mesmo com um *iPad*.



**Figura 9-** Trios® Pod e a câmara Trios® Color.

Fonte: Pinto de Carvalho (2013)

O TRIOS® Cart segue a configuração normal de uma unidade de *scanning*, inclui o *scanner* e uma unidade móvel composta por um monitor. O TRIOS® Chair Integration, é um *scanner* montado numa cadeira, uma inovação que engloba o conceito estético e de aproveitamento de espaço (Ting-shu e Jian, 2014; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

Para as três modalidades, os clínicos podem escolher o tipo de câmara, o TRIOS® Standart ou Color. Este último é capaz de capturar imagens em cores naturais (TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

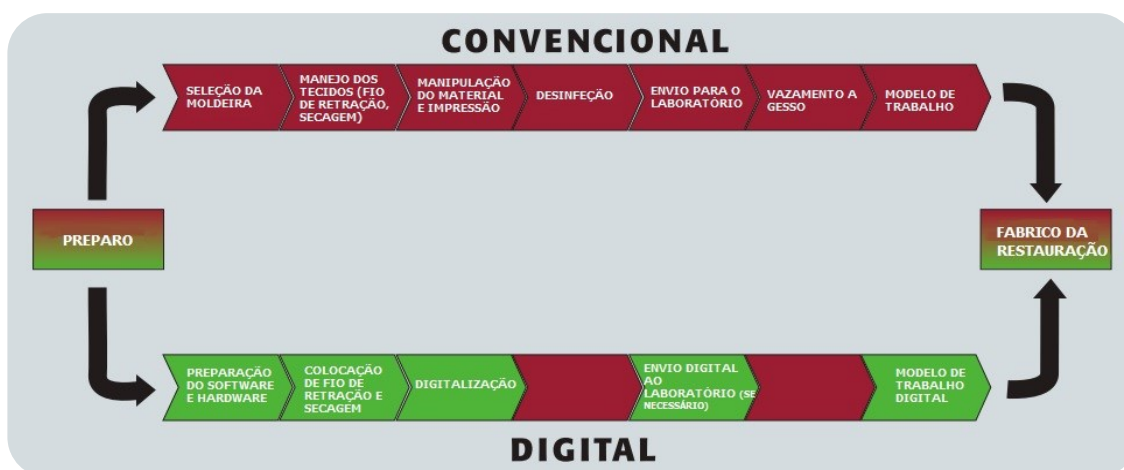
Este sistema permite a leitura e o desenho de estruturas protéticas para o fabrico de uma grande variedade de próteses fixas, incluindo coroas, facetas, *inlays*, *onlays*, *overlays*, próteses sobre implantes e também tem indicações para casos de ortodontia (Ting-shu e Jian, 2014; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

É um sistema aberto, por isso exporta os dados 3D, em formato STL ou em privado. Os ficheiros STL podem ser enviados a outros sistemas CAD/CAM. Enquanto os ficheiros privados apenas podem ser utilizados por *softwares* de desenho da 3Shape. Por fim, o TRIOS é um sistema de digitalização e de desenho, já que não inclui uma unidade de fresagem (Ting-shu e Jian, 2014).

## 5. Comparação entre os sistemas de impressão digital e impressões convencionais

### 5.1. Técnica/procedimento

Os sistemas CAD/CAM, e por sua vez, os sistemas de impressão digital, oferecem inúmeras vantagens da perspectiva do procedimento clínico e laboratorial. Estes possibilitam um processo mais simples, com menos passos clínicos, permitindo obter restaurações de elevada qualidade num curto período de tempo, ao mesmo tempo que minimizam o erro associado às técnicas convencionais. Os sistemas de impressão digital têm, ainda, a vantagem de reduzir o risco de contaminação cruzada associados dos com os múltiplos passos clínicos do procedimento convencional (Liu, 2005).



**Figura 10.** Comparação entre os procedimentos de toma de impressões convencionais e digitais.

Fonte: Lamprinos e Stampf (2014)

Em ambos os procedimentos existem passos idênticos, como por exemplo, a preparação da cavidade oral, no entanto, os passos clínicos subsequentes diferem substancialmente uns dos outros. De acordo com a figura 10, podemos constatar que a técnica digital possibilita um procedimento com menos etapas clínicas que a técnica convencional.

Com um sistema de impressão digital, o potencial para alterações dimensionais dos materiais de impressão, é eliminado, ou no mínimo reduzido, pois, ao contrário destes métodos, a transferência das informações da cavidade oral não requer desinfecção, transporte, ou a produção de um modelo de gesso (Dehurtevent, Robberecht, e Béhin, 2015; Liu, 2005; Ng et al., 2014).

Mais, a técnica digital não requer o uso de moldeiras de impressão. Assim, elimina os problemas relacionados com a seleção inadequada da mesma, aumentando a qualidade das impressões (Sharma et al., 2014).

Além disso, também apresenta vantagens no armazenamento. As leituras digitais são arquivadas no computador, e analisados sempre que necessário, enquanto os modelos de gesso ocupam espaço no consultório e podem sofrer alterações, extraviar ou fraturar (An, Kim, Choi, Lee, e Moon, 2014).

Existem vários erros associados ao procedimento convencional de toma de impressões: problemas durante a toma de impressões, e durante o vazamento das impressões a gesso; alterações do volume das impressões ou dos gessos durante a desinfecção dos mesmos; a separação total ou parcial do material de impressão da moldeira; os efeitos da humidade da superfície no detalhe das impressões, entre outros (Faria et al., 2008; Yang et al., 2015).

A necessidade de realizar uma nova impressão caso a primeira falhe, apresenta-se também como uma desvantagem dos métodos convencionais.

Seguindo a técnica digital, é possível visualizar a impressão em tempo real, “refazer” a digitalização em áreas particulares, ou apenas corrigir algumas zonas, sem ser necessário executar uma nova digitalização (Lamprinos e Stampf, 2014).

## **5.2. Conforto e preferência**

A técnica de impressão digital também apresenta vantagens em relação ao conforto, não só para o médico dentista, por ser mais cómoda de executar, como também para o paciente, já que os sabores e odores desagradáveis, e as sensações de vômito são eliminadas (Pinto de Carvalho, 2013).

Como não é necessária a utilização de moldeiras, de materiais de impressão, e ainda, por conseguir reduzir o tempo de consulta, a técnica digital proporciona um maior conforto ao paciente, refletindo-se na sua preferência pelos mesmos (Brawek, Wolfart, Endres, Kirsten, e Reich, 2013; Pinto de Carvalho, 2013; Sharma et al., 2014).

Joda e Brägger (2015) conduziram uma investigação em 2015 comparando as duas técnicas de impressão, na qual o procedimento digital obteve resultados significativamente superiores quanto à preferência dos pacientes. O conforto do tratamento foi outra das variáveis de estudo, que os sistemas de impressão digital demonstraram superioridade.

Igualmente a este estudo, existem outros mais, que apoiam esta tese. Consideram a técnica digital mais confortável, tolerável e fácil de compreender pelos pacientes (Wismeijer, Mans, van Genuchten, e Reijers, 2014; Yuzbasioglu et al., 2014).

Todavia, não são só os pacientes que consideram a técnica com sistemas de impressão digital mais cómoda. Lee e Gallucci (2012) realizaram um estudo piloto que avaliou a percepção dos operadores acerca destas duas técnicas de impressão. As duas técnicas de impressão foram executadas por estudantes sem experiência nesta matéria. O objetivo era perceber se estes adquiriam preferência por alguma das técnicas. Conforme os resultados do estudo, e de acordo com a percepção dos estudantes, a técnica digital foi considerada a preferida.

Segundo Christenson (2009), uma das razões que leva os pacientes elegerem as impressões digitais como a técnica preferida, é porque a experiência desconfortável de toma de impressão é eliminada. Os materiais convencionais têm essa desvantagem, para além de causarem dificuldades em respirar, náuseas, e alguns dos materiais, apresentarem sabor e odor desagradável (Faria et al., 2008; Yang et al., 2015). Estes problemas são ultrapassados com sistema de impressão digital.

Outro aspeto que muitos pacientes apreciam é o facto possível de ser possível confeccionar restaurações protéticas altamente estéticas e funcionais em apenas uma consulta. Contudo, para isso, é necessário um sistema CAD/CAM “*in-office*” ou “*chairside*” (Baroudi e Ibraheem, 2015; Christenson, 2009).

### **5.3. Tempo de consulta e custos de produção**

O procedimento convencional tem passos clínicos e laboratoriais que são evitados através da técnica digital. Este facto leva a menos tempo de consulta e de trabalho de laboratório, traduzindo-se também numa redução dos custos (Lamprinos e Stampf, 2014; Lee e Gallucci, 2012; Ting-shu e Jian, 2014; Yuzbasioglu et al., 2014).

As etapas clínicas eliminadas são, a seleção da moldeira, a preparação e manipulação do material, a desinfecção da impressão, e o envio das impressões para laboratório. No laboratório incluem, a obtenção do modelo de gesso através do vazamento da impressão, corte e polimento dos modelos de gesso, o corte do troquel, a articulação dos modelos, entre outros (An et al., 2014; Lamprinos e Stampf, 2014; Lee e Gallucci, 2012; Lin, Harris, Zandinejad, e Morton, 2014).

Vários estudos realizados neste âmbito sugerem que a utilização dos sistemas de impressão digital é efetivamente, um procedimento mais eficiente relativamente ao tempo de trabalho.

Lee e Gallucci (2013) no seu estudo de comparação referem que a média de tempo total de tratamento foi o dobro seguindo os métodos convencionais (24'42") comparando às técnicas digitais (12'29"). Lamprinos e Stampf (2014), Schepke et al. (2015) e Yuzbasioglu et al. (2014) também compararam as duas técnicas relativamente ao tempo total de duração deste procedimento. Os resultados destes estudos permitiram alcançar conclusões similares. Todos os estudos sugerem que os sistemas de impressão digital reduzem consideravelmente o tempo de duração do procedimento, economizando tempo de trabalho ao médico dentista e ao laboratório.

Joda e Brägger (2014) analisaram os custos/tempo de produção de próteses unitárias implanto suportadas, isto é, todos os custos que estão envolvidos na produção de uma coroa, segundo a técnica convencional e a digital, desde os materiais utilizados até às etapas laboratoriais. Concluíram, que os custos diretos do tratamento foram significativamente menores seguindo o procedimento digital, assim como os custos laboratoriais. Além disso, o grupo digital demonstrou uma taxa de produtividade superior. No geral, segundo a análise dos resultados, o procedimento digital, permitiu uma redução de custos de 18%.

#### **5.4. Coroas fabricadas por *scanners* intraorais vs. impressões convencionais**

O ajuste marginal e interno são critérios de extrema importância para o sucesso de próteses parciais fixas. Há diversos fatores que podem influenciar o seu resultado final, como a qualidade da preparação dentária, a técnica de impressão definitiva, o modelo de gesso definitivo, o processo de confecção da restauração, e o material e método utilizado para a cimentação. Basicamente, depende da qualidade de todo o procedimento (Ting-shu e Jian, 2014).

Os sistemas de impressão digital eliminam problemas como as alterações dimensionais dos materiais de impressão, a expansão dos gessos, e o erro humano associado ao procedimento convencional (Shembesh, Ali, Finkelman, Weber, e Zandparsa, 2016; Syrek et al., 2010).



Resumindo, o objetivo principal de uma impressão, seja com impressões digitais ou convencionais, é a obtenção de um modelo preciso, que permita a confecção de uma restauração com uma adaptação marginal aceitável.

Muitos autores concordam que o limite clínico aceitável de *gaps* marginais para próteses parciais fixas é de 120  $\mu\text{m}$  (Ender, Attin, e Mehl, 2015; Ng et al., 2014). Outros autores afirmam que deve ser inferior a 100  $\mu\text{m}$  (Correia et al., 2006; Liu, 2005).

Nos últimos 10 anos foram realizados vários estudos e investigações, comparando a precisão de coroas produzidas a partir de diferentes sistemas de impressão digital com as técnicas convencionais, com o objetivo de entender, se estas tecnologias possibilitam ou não melhores resultados de precisão. Segundo a literatura, os resultados destes estudos são muito variados e controversos (Shembesh et al., 2016).

Seelbach et al. (2013) compararam 10 coroas total cerâmica unitárias fabricadas por alguns dos principais sistemas de impressão digital como, o Lava C.O.S (em Lava Zirconia), CEREC (em Empress CAD) e iTero (em Copsharan Zr-i), com 10 coroas total cerâmica unitárias produzidas através de impressões com elastómeros segundo as técnicas da dupla mistura e dupla impressão. Estes autores concluíram, com base nos resultados obtidos, que a precisão média de uma coroa fabricada por um sistema de impressão digital é comparável a uma coroa confeccionada pelas técnicas convencionais.

Outros autores partilham e defendem o mesmo (Abdel-azim, Rogers, Elathamna, e Zandinejad, 2015; Boeddinghaus, Breloer, Rehmann, e Wostmann, 2015; Brawek et al., 2013; Cho et al., 2015).

Syrek et al. (2010) concluíram, através dos seus estudos, que as estruturas protéticas confeccionadas com as impressões digitais têm um melhor ajuste marginal que aquelas concebidas com as técnicas convencionais, como igualmente, revelaram melhores contactos interproximais. Assim como estes autores, outros estudos publicados nos últimos anos indicam que as próteses fabricadas com os métodos digitais têm uma melhor precisão e ajuste que aquelas confeccionadas segundo as técnicas convencionais (Almeida e Silva et al., 2014; Ng et al., 2014; Svanborg et al., 2014; Zarauz et al., 2015).

Uma revisão sistemática em que foram avaliados 90 artigos acerca da precisão do ajuste de restaurações protéticas confeccionadas com sistemas CAD/CAM, concluiu esta tecnologia CAD/CAM consegue obter *gaps* menores que 80  $\mu\text{m}$ , e que produzem estruturas protéticas com uma qualidade de adaptação superior às obtidas pelos métodos convencionais (Boitelle, Mawussi, Tapie, e Fromentin, 2014).

Como referido anteriormente, os resultados encontrados na literatura são muito díspares. Assim como existem estudos que referem melhores resultados com a técnica digital ou resultados similares entre as duas técnicas, outros estudos como o de Anadioti et al. (2014) demonstraram haver melhores resultados de precisão com as técnicas convencionais.

Mesmo assim, em todos estes os estudos, as duas técnicas de impressão permitem obter resultados clinicamente aceitáveis. Por essa razão, estas duas técnicas possibilitam ao clínico, um procedimento viável.

### 5.1. Preço e curva de aprendizagem

O preço de um sistema CAD/CAM ou apenas de um *scanner* digitalização ainda é elevado, e encontra-se fora do orçamento de grande maioria das clínicas (Liu, 2005). Mais, o facto de ser uma tecnologia principalmente computadorizada exige do clínico e do laboratório uma adaptação das dinâmicas de trabalho de modo a rentabilizar o investimento realizado (An et al., 2014; Correia et al., 2006).

Além disso, como qualquer nova tecnologia, a correta utilização dos sistemas de impressão digital, necessita de treino específico, tempo, e atualização frequente por parte do clínico (Lin et al., 2014; Marti, A. M., Harris, B. T., Metz, M. J., Morton, D., Scarfe, W. C., Metz, C. J., e Lin, 2016; Sharma et al., 2014).

**Tabela 6.** Síntese das vantagens e desvantagens dos sistemas de impressão digital.

Vantagens	Desvantagens
Procedimento mais simples	Investimento elevado
Maior conforto para o paciente e médico dentista	Requer treino específico e atualização frequente
Economiza tempo de consulta e laboratório	
Reduz os custos de produção	
Permite confeccionar estruturas protéticas precisas	

Fonte: (Joda e Brägger, 2015; Lamprinos e Stampf, 2014; Syrek et al., 2010; Yuzbasioglu et al., 2014)

### **III - Conclusão**

As tecnologias digitais estão a avançar rapidamente. Fala-se mesmo numa nova era na medicina dentária. Os computadores fazem agora parte do nosso quotidiano, não só na nossa área, mas na nossa vida. O que antes era executado manualmente, hoje é realizado por uma máquina ou uma tecnologia, com mais rapidez, previsibilidade e muitas vezes qualidade.

Atualmente, a medicina dentária exige do clínico, resultados com uma qualidade muito superior aos demandados há uns anos, sob dois critérios primordiais: funcionalidade e estética.

O procedimento convencional de confeção de uma estrutura protética como por exemplo, uma prótese fixa, foi desde há muitos anos praticado na medicina dentária. Não restam dúvidas que é um processo fiel, e que permite alcançar bons resultados. Mas, neste momento, existem tecnologias promissoras que vieram a otimizar e simplificar esse procedimento. Refiro-me aos sistemas CAD/CAM, e ao seu primeiro componente, tema desta monografia, os sistemas de impressão digital.

É oportuno aceitar o que estas tecnologias têm para oferecer, de reconhecer os seus benefícios, para sabermos se de facto nos permitem praticar uma medicina dentária mais simples, confortável e com maior qualidade, sempre com o objetivo de proporcionar o melhor tratamento aos pacientes.

Esta monografia teve como primeiro objetivo a comparação cuidada e concreta das duas técnicas de impressão, tendo como meta uma prestação de cuidados de saúde dentária mais aperfeiçoada.

A técnica digital exhibe vantagens evidentes sobre os métodos convencionais. A utilização dos sistemas de impressão digital proporciona um procedimento clínico mais eficiente em termos de tempo, pois reduz consideravelmente o tempo de consulta e de laboratório, caracteriza-se por ser uma técnica mais confortável, aceitável, e com preferência, não só por parte dos pacientes, como também, dos operadores. Para além de que exclui alguns dos problemas associados ao procedimento convencional.

Mais, os sistemas de impressão digital possibilitam um procedimento mais simples, pois eliminam passos clínicos e laboratoriais presentes na técnica convencional, como por exemplo: a seleção da moldeira, a preparação e manipulação do material de

impressão, a desinfecção do mesmo, o vazamento do modelo a gesso, o corte do troquel, entre outros. Desta forma, estes sistemas permitem uma diminuição dos potenciais erros associados às várias etapas clínicas da técnica convencional, através de um processo mais automatizado e padronizado.

Um dos parâmetros mais importantes para comparação e onde existe maior controvérsia e discussão, é a precisão das coroas fabricadas pelos sistemas de impressão digital e as impressões convencionais. Há autores que referem que as coroas confeccionadas através das impressões digitais são mais precisas, outros dizem o contrário. Apesar disso, todos os estudos mencionam que as restaurações produzidas por ambas as técnicas se encontram dentro dos limites clínicos aceitáveis.

Existem, também, aspetos negativos que devem ser realçados. O investimento dos sistemas CAD/CAM, ou apenas de um sistema de impressão digital, pode ser demasiado alto para o orçamento de algumas clínicas e laboratórios, e para uma correta utilização desta tecnologia é necessária aprendizagem e atualização frequente. O facto de existir atualmente um número considerável de sistemas CAD/CAM, e de sistemas de impressão digital, com diferentes características, tipologias, *softwares* de desenho, e materiais, também exige conhecimentos e formação adicional por parte do médico dentista. Visto tratar-se de um investimento elevado, a escolha de um sistema CAD/CAM deve ser ponderada, e baseada nos conhecimentos acerca dos diferentes sistemas existentes no mercado, de modo a optar por aquele que mais se adequa às exigências dos clínicos.

Concluindo, porque os sistemas de impressão digital possibilitam um procedimento mais simples, confortável e aceitável, que permite obter estruturas protéticas com uma qualidade melhor ou igual às aquelas fabricadas pelos métodos convencionais, com menos passos clínicos e tempo de trabalho, é válido afirmar, na minha opinião, que estes sistemas possibilitam um procedimento mais eficaz que as impressões ou técnicas convencionais. Não há dúvidas de que esta tecnologia se trata de uma alternativa viável às impressões convencionais, com vantagens tanto para o paciente, como para o médico dentista.

Termino com as palavras de dois dos pioneiros desta tecnologia, Duret e Preston (1991) afirmaram: “Os sistemas vão continuar a melhorar em versatilidade, precisão, e rentabilidade, e irão fazer parte do dia-a-dia do médico dentista no início do século XXI.”. Passados 25 anos, esta tecnologia evoluiu estrondosamente e alcançou a visão estimada

por Duret e Preston. Hoje, não há dúvidas que mais desenvolvimentos e tecnologias estão reservados para o futuro, e vão continuar a ser introduzidos na medicina dentária.



## IV – Bibliografia

- Abdel-azim, T., Rogers, K., Elathamna, E., e Zandinejad, A. (2015). Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD / CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(4), 554–559. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.001>
- Almeida e Silva, J. S., Erdelt, K., Edelhoff, D., Araújo, É., Stimmelmayer, M., Vieira, L. C. C., e Güth, J. F. (2014). Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clinical Oral Investigations*, 18(2), 515–523. <http://doi.org/10.1007/s00784-013-0987-2>
- An, S., Kim, S., Choi, H., Lee, J. H., e Moon, H. S. (2014). Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(5), 1171–1175. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.024>
- Anadioti, E., Aquilino, S. A., Gratton, D. G., Holloway, J. A., Denry, I., Thomas, G. W., e Qian, F. (2014). 3D and 2D Marginal Fit of Pressed and CAD / CAM Lithium Disilicate Crowns Made from Digital and Conventional Impressions, 23(8), 610–617. <http://doi.org/10.1111/jopr.12180>
- Anusavice, K. J., Shen, C., e Rawls, H. R. (2012). *Phillip's science of dental materials*. (Saunders, Ed.) (12th ed.). St. Louis, EUA
- Baroudi, K., e Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 7(4), 96–104. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25954082>
- Beuer, F., Schweiger, J., e Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204(9),

505–511. <http://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>

Birnbaum, S. N., e Aaronson, B. H. (2008). Dental impressions using 3D digital scanners: Virtual becomes reality. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 29(8), 494–505

Boeddinghaus, M., Breloer, E. S., Rehmann, P., e Wostmann, B. (2015). Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clinical Oral Investigations*, 19(8), 2027–2034. <http://doi.org/10.1007/s00784-015-1430-7>

Boitelle, P., Mawussi, B., Tapie, L., e Fromentin, O. (2014). A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(11), 853–874. <http://doi.org/10.1111/joor.12205>

Brawek, P. K., Wolfart, S., Endres, L., Kirsten, A., e Reich, S. (2013). The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow-the comparison of two systems. *Clinical Oral Investigations*, 17(9), 2119–2125. <http://doi.org/10.1007/s00784-013-0923-5>

Brochure For General Practitioners - Align Technology. (2015). No Title. Disponível em <http://www.aligntech.com/documents/iTero-Element-Brochure-For-General-Practitioners.pdf>

CEREC. Much more than restorations. (n.d.). No Title. Disponível em <http://www.ceramicsystems.co.uk/pdf/cerec-much-more-than-restorations.pdf>

Chen, S. Y., Liang, W. M., e Chen, F. N. (2004). Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *Journal of Dentistry*, 32(8), 603–609. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.04.002>

Cho, S., Schaefer, O., e Thompson, G. A. (2014). Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods. *The Journal of*



- Prosthetic Dentistry*, 113(4), 310–315.  
<http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.09.027>
- Christenson, G. (2009). Impressions are changing - Deciding on convention, digital or digital plus in-office milling. *Journal of the American Dentistry Association*, 140(October), 1301–1304
- Correia, A., Fernandes, J., Cardoso, J., e Silva, C. (2006). CAD-CAM : a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 35(2), 183–190
- Cottone, J., e Molinari, J. (1991). State-of-the-art infection control in dentistry. *J Am Dent Assoc*, 122(8), 33–41
- Dehurtevent, M., Robberecht, L., e Béhin, P. (2015). Influence of dentist experience with scan spray systems used in direct CAD/CAM impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(1), 17–21. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.07.006>
- Dogan, S., Schwedhelm, E. R., Heindl, H., Mancl, L., e Raigrodski, A. J. (2015). Clinical efficacy of polyvinyl siloxane impression materials using the one-step two-viscosity impression technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(2), 217–222. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.03.019>
- Duret, F., e Preston, J. (1991). CAD/CAM imaging in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 117(6), 715–720
- Ender, A., Attin, T., e Mehl, A. (2015). In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *Quintessence International*, 46(1), 1–8. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.011>
- Faria, A. C. L., Rodrigues, R. C. S., Macedo, A. P., Mattos, M. da G. C. de, e Ribeiro, R. F. (2008). Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Brazilian Oral Research*, 22(4), 293–8. <http://doi.org/10.1590/S1806-83242008000400002>

- Giordano, R. (2000). 2nd: Impression materials: basic properties. *Gen Dent*, 48, 510–516
- Goodacre, C. J., Garbacea, A., Naylor, W. P., Daher, T., Marchack, C. B., e Lowry, J. (2012). CAD/CAM fabricated complete dentures: Concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(1), 34–46. [http://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60015-8](http://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60015-8)
- Hamalian, T. A., Nasr, E., e Chidiac, J. J. (2011). Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics*, 20(2), 153–160. <http://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00673.x>
- Joda, T., e Brägger, U. (2014). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: A cost/time analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 26(12), 1430–1435. <http://doi.org/10.1111/clr.12476>
- Joda, T., e Brägger, U. (2015). Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: A randomized crossover trial. *Clinical Oral Implants Research*, 25(11), 1304–1306. <http://doi.org/10.1111/clr.12600>
- Lamprinos, C., e Stampf, S. (2014). An in vitro comparative study. *The Journal of the American Dental Association*, 145(6), 542–551. <http://doi.org/10.14219/jada.2014.23>
- Lava COS Tehnical Data Sheet- 3M. (2009). Lava COS Tehnical Data Sheet- 3M. Disponível em <http://multimedia.3m.com/mws/media/632323O/lava-cos-technical-data-sheet.pdf>
- Lee, S. J., e Gallucci, G. O. (2012). Digital vs. conventional implant impressions: Efficiency outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, 24(1), 111–115. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x>
- Lin, W. S., Harris, B. T., Zandinejad, A., e Morton, D. (2014). Use of digital data acquisition and CAD/CAM technology for the fabrication of a fixed complete dental

- prosthesis on dental implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(1), 1–5.  
<http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.04.010>
- Liu, P.-R. (2005). A Panorama of Dental CAD/CAM Restorativ Systems. *Compendium*, 26(7), 507–513
- Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., e Mäkynen, A. (2014). Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203–221.  
<http://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017>
- Mandikos, M. N. (1998). Polyvinyl siloxane impression materials: an update on clinical use. *Australian Dental Journal*, 43(6), 428–434. <http://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1998.tb00204.x>
- Mantri, S. S., e Bhasin, A. S. (2012). CAD/CAM IN DENTAL RESTORATIONS: AN OVERVIEW. *Annals of Dental Specialty*, IV(4), 123–128.  
<http://doi.org/10.5368/aedj.2012.4.4.4.6>
- Marti, A. M., Harris, B. T., Metz, M. J., Morton, D., Scarfe, W. C., Metz, C. J., e Lin, W. S. (2016). Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by DMD students: instructional efficiency and attitudes toward technology . *European Journal of Dental Education*
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., e Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28(1), 44–56. <http://doi.org/10.4012/dmj.28.44>
- Moreira, H. M. (2007). *Influência das Técnicas de Impressão na Definição do Limite Inferior do Conector Maior Mandibular em Prótese Parcial Removível*. Universidade do Porto, Portugal.
- Nandini, V. V., Venkatesh, K. V., e Nair, K. C. (2008). Alginate impressions: A practical

- perspective. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 11(1), 37–41.  
<http://doi.org/10.4103/0972-0707.43416>
- Nassar, U., Aziz, T., e Flores-Mir, C. (2011). Dimensional stability of irreversible hydrocolloid impression materials as a function of pouring time: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 106(2), 126–33.  
[http://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60108-X](http://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60108-X)
- Neto, B. (2012). *Reabilitação protética unitária com utilização do sistema CAD-CAM CEREC - Versão chairside*. Universidade Católica Portuguesa, Centro Regional das Beiras, Portugal
- Ng, J., Ruse, D., e Wyatt, C. (2014). A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(3), 555–560. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.002>
- Perakis, N., Belser, U. C., e Magne, P. (2004). Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *The International Journal of Periodontics e Restorative Dentistry*, 24(2), 109–117
- Petter, O. I. (2013). *Trabalho de Conclusão de Curso: Tecnologia CAD/CAM*. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
- Pinto de Carvalho, B. J. (2013). *Medicina Dentária Digital- Presente e Futuro*. Universidade Fernando Pessoa, Portugal
- Poticny, D. J., e Klim, J. (2010). CAD/CAM In-office Technology. *J Am Dent Assoc*, 141(June), 5–9. <http://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0356>
- Powers, J. M., e Wataha, J. C. (2000). *Dental Materials: Properties and Manipulation*. (Elveiser, Ed.) (7th ed.). St. Louis, EUA
- Procera® scanners - Nobel Biocare. (2007). No Title. Disponível em [http://www1.nobelbiocare.com/images/18695\\_piccoloforte\\_gb\\_tcm55-1286.pdf](http://www1.nobelbiocare.com/images/18695_piccoloforte_gb_tcm55-1286.pdf)

- Richards, M., Zeiaei, S., Bagby, M., Okubo, S., e Soltani, J. (1998). Working times and dimensional accuracy of the one-step putty/wash impression technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 7(4), 250–5
- Rocha Castro, J. M. (2005). *Fidelidade Oclusal do Modelo Antagonista- Estudo da influência das técnicas e materiais de impressão*. Universidade do Porto, Portugal.
- Scan. inEos X5. One scanner. All options. (n.d.). No Title. Disponível em <http://www.sironausa.com/us/products/digital-dentistry/scan-with-inlab/>
- Scanning made easy – with one of the two best camera systems on the market. (n.d.). No Title. Disponível em <http://www.sironausa.com/us/products/digital-dentistry/restorations-with-cerec/?tab=4301>
- Schepke, U., Meijer, H. J. A., Kerdijk, W., e Cune, M. S. (2015). Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(3), 403–406.e1. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.003>
- See cad/cam dentistry in a whole new light - E4D Technologies. (n.d.). No Title. Disponível em [http://www.e4d.com/images/PlanMeca\\_PrdctBroch.pdf](http://www.e4d.com/images/PlanMeca_PrdctBroch.pdf)
- Seelbach, P., Brueckel, C., e Wöstmann, B. (2013). Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical Oral Investigations*, 17(7), 1759–1764. <http://doi.org/10.1007/s00784-012-0864-4>
- Sharma, S., Agarwal, S., Sharma, D., Kumar, S., e Glodha, N. (2014). Impression; Digital vs. Conventional: A Review. *Annals of Dental Specialty*, 2(1), 9–10
- Shembesh, M., Ali, A., Finkelman, M., Weber, H.-P., e Zandparsa, R. (2016). An In Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. *Journal of Prosthodontics*. <http://doi.org/10.1111/jopr.12446>

- Soluções CEREC para o consultório. (n.d.). No Title. Disponível em <http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/cerec-chairside-solutions/>
- Surapaneni, H., Pallavi Samatha, Y., Ravi Shankar, Y., e Attili, S. (2013). Polyvinyl siloxanes in dentistry: An overview. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 27(3), 115–123
- Svanborg, P., Skjerven, H., Carlsson, P., Eliasson, A., Karlsson, S., e Örtorp, A. (2014). Marginal and internal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses generated from digital and conventional impressions. *International Journal of Dentistry*. <http://doi.org/10.1155/2014/534382>
- Syrek, A., Reich, G., Ranftl, D., Klein, C., Cerny, B., e Brodesser, J. (2010). Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of Dentistry*, 38(7), 553–559. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.03.015>
- The glossary of prosthodontic terms. (2005). Disponível em . <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16080238>
- Thongthammachat, S., Moore, B. K., Barco, M. T., Hovijitra, S., Brown, D. T., e Andres, C. J. (2002). Dimensional accuracy of dental casts: Influence of tray material, impression material, and time. *Journal of Prosthodontics*, 11(2), 98–108. <http://doi.org/10.1053/jpro.2002.125192>
- Ting-shu, S. D. I. T. : A. R., e Jian, S. (2014). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*, 24(3), 313–321. <http://doi.org/10.1111/jopr.12218>
- TRIOS® Digital Impression Solution. (2015). <http://www.3shape.com>. Disponível em <http://www.3shape.com/~media/files/brochures/trios/trios+2015+brochure+en.ashx?la=en>

- Wismeijer, D., Mans, R., van Genuchten, M., e Reijers, H. A. (2014). Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 25(10), 1113–1118. <http://doi.org/10.1111/clr.12234>
- Yang, X., Lv, P., Liu, Y., Si, W., e Feng, H. (2015). Accuracy of Digital Impressions and Fitness of Single Crowns Based on Digital Impressions. *Materials*, 8(7), 3945–3957. <http://doi.org/10.3390/ma8073945>
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., e Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques : evaluation of patients ' perception , treatment comfort , effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*, 14(1), 1–7. <http://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>
- Zarauz, C., Valverde, A., Ferreira, A., Martí, F., e Cam, C. A. D. (2015). ScienceDirect Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *Journal of Dentistr*, 43(2), 201–208. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.12.007>